

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM**  
**KARLSRUHE**

März 1977

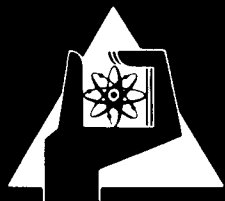
Institut für Reaktorentwicklung  
Projekt Schneller Brüter

**LIBRARY**

KFK 2372  
EUR 5507d

**THECA - Ein Programmsystem zur  
dreidimensionalen thermohydraulischen  
Auslegung schneller Reaktorkerne  
- Benutzeranleitung -**

K. Doetschmann, A. Amendola  
zusammengestellt von P. Basmer



Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.  
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 2372

EUR 5507d

Institut für Reaktorentwicklung  
Projekt Schneller Brüter

THECA - Ein Programmsystem zur dreidimensionalen  
thermohydraulischen Auslegung schneller Reaktor-  
kerne

- Benutzeranleitung -

---

von

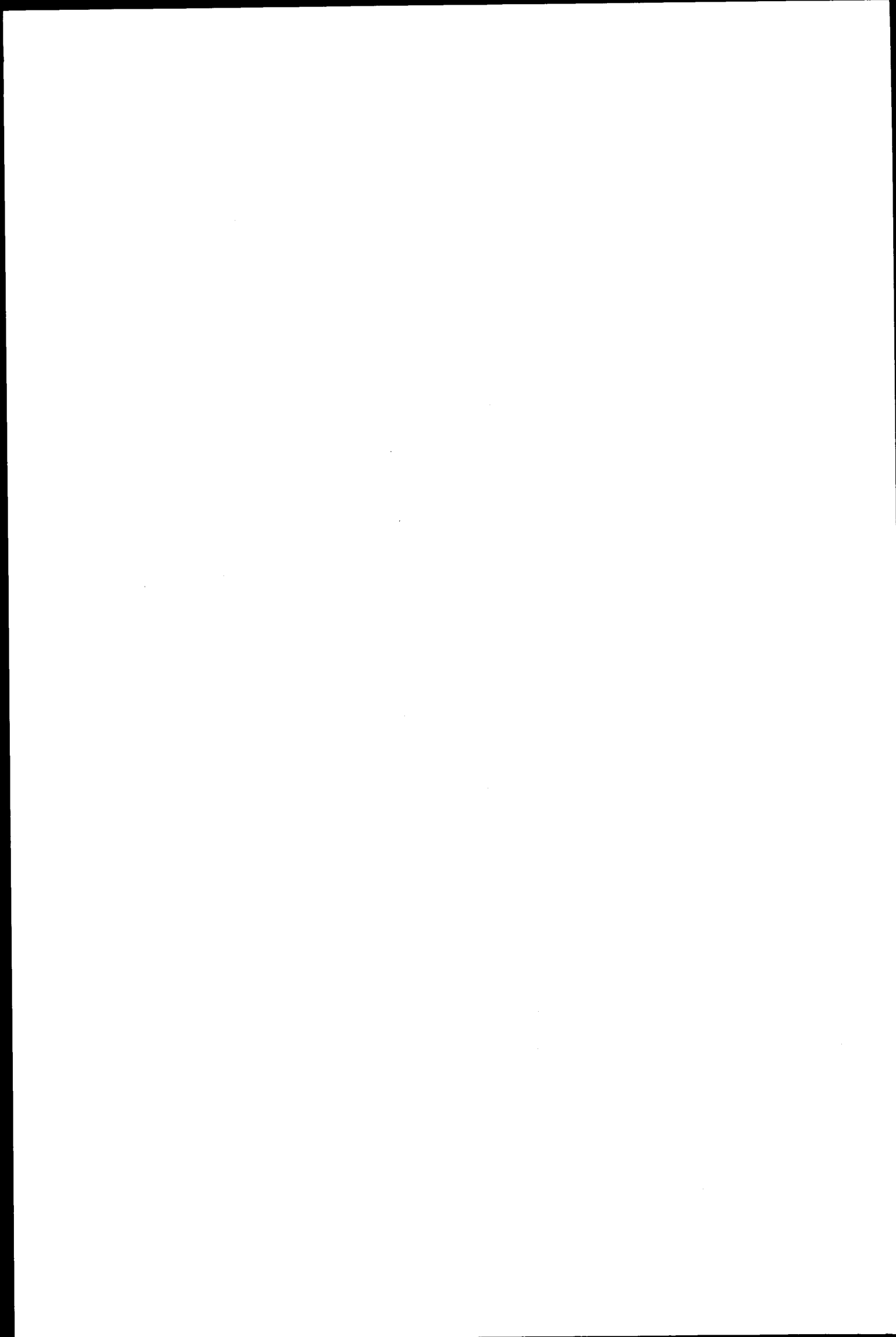
K. Doetschmann x  
A. Amendola xx

zusammengestellt von  
P. Basmer

Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe

---

x z.Zt. Technische Werke Stuttgart  
xx EURATOM, z.Zt. delegiert zu CNEN, Bologna



## Zusammenfassung

Das Programmsystem THECA ermöglicht die vollständige Durchführung der dreidimensionalen thermohydraulischen Auslegung schneller Reaktorkerne auf einem Großcomputer. Dreidimensional heißt, daß der Reaktorkern in seiner Gesamtheit in die Rechnung eingeht. THECA besteht im wesentlichen aus 3 Moduln:

1. Der Modul THELVU zur Ermittlung der nominellen Leistungsverteilung des Reaktorkerns.
2. Der Modul THESYS zur Berechnung der dreidimensionalen nominellen Temperaturverteilung des Reaktorkerns.
3. Der Modul THEDRA zur statistischen Heißstellen- und Leistungsanalyse der nominellen Temperatur- und Leistungsverteilung und zur Auslegungsoptimierung.

Unter einer optimalen Auslegung wird dabei die Erzielung einer maximalen Leistungsdichte und einer maximalen Reaktoraufheizspanne verstanden, bei vorgegebener Kerengeometrie, Neutronenflußverteilung und Heißstellenwahrscheinlichkeit.

THECA übernimmt von einem neutronenphysikalischen Diffusionsprogramm die Neutronenflußverteilung und die Spaltquerschnitte und stellt als Ergebnis die Stabileistungsverteilung und die auf Teilkanalbasis ermittelte Temperaturverteilung des Kerns datenverarbeitungsgerecht weiteren Auslegungsprogrammen (z.B. zur Kernverspannung und zur Ermittlung von Reaktivitätskoeffizienten) zur Verfügung. Neben der Durchführung einer detaillierten thermohydraulischen Kernausslegung wird durch THECA somit für die gesamte Kernausslegung ein maschineninterner Datenfluß der sehr umfangreichen Datenmengen ermöglicht, die bei der numerischen Behandlung eines Reaktorkern zu bearbeiten sind.

Abstract

THECA - a code system for 3-D thermohydraulic layout of fast reactors

The THECA program system allows the designer to perform the complete 3-D thermal design of a fast reactor core. This means that the whole reactor core is taken into account. THECA consists of 3 principal modules:

1. THELVU for the evaluation of the nominal 3-D power distribution in the reactor core
2. THESYS for the evaluation of the nominal temperature distribution in the reactor core
3. THEDRA for the statistical hot spot analysis and design optimization.

In this case optimum design means the achievement of maximum power density and coolant temperature rise across the core at given core geometry, neutron flux distribution and hot spot probability.

The distributions of the neutron flux and of the fission cross sections as calculated by a diffusion code are elaborated by THECA: then the code delivers as output the power rate distribution and the temperature distribution (obtained considering subchannel mixing, heat exchange among adjacent subassemblies,  $\gamma$ -heating etc.) in a form which can directly be used by further core design computer programs, such as codes for structural calculations, reactivity coefficient calculation and so on. In this way, it is made possible by the THECA program system not only a complete detailed thermal-hydraulic design of a reactor core, but also a useful flow of the very extensive numerical data which are needed for the whole core design.

## 1. Einleitung

Mit THECA kann die vollständige dreidimensionale thermohydraulische Reaktorkernauslegung selbsttätig von einem Großcomputer durchgeführt werden. Dreidimensional heißt, daß der Reaktorkern in seiner Gesamtheit in die Rechnung eingeht. Zugrundegelegt wird die bei schnellen Brutreaktoren übliche Kernanordnung mit hexagonalen Stabbündelelementen. Eine detaillierte Auslegung erfordert die Betrachtung des gesamten Kerns (oder eines genügend großen repräsentativen Ausschnitts davon), da nur so Unregelmäßigkeiten in der Leistungsverteilung durch unregelmäßige Zonenbegrenzungen, Regelstabpositionen und unterschiedlichen Abbrandzustand der einzelnen Brennelemente sicher zu erfassen sind. Darüberhinaus erfordert auch die zur thermohydraulischen Auslegung notwendige Heißstellenanalyse die Betrachtung des gesamten Reaktorkerns: Die Temperaturverteilung des realen Reaktors wird mit der errechneten nominellen Temperaturverteilung nur bedingt übereinstimmen, da einmal die Rechnung selbst (durch vereinfachende Rechenmethoden) und zum anderen die in die Rechnung eingehenden Parameter (z.B. durch Fertigungstoleranzen) mit Unsicherheiten behaftet sind. Diese Unsicherheiten sind naturgemäß statistische Größen. Eine quantitative Analyse der dadurch verursachten Temperaturabweichungen ist deshalb mit statistischen Methoden durchzuführen, die nur dann zuverlässige Ergebnisse liefern können, wenn der zu untersuchende Bereich genügend groß ist.

Die Abweichungen der realen Temperaturverteilung können zu "Heißstellen" und diese zum thermischen Versagen der betroffenen Brennstäbe führen. Hierunter ist die Beschädigung der Brennstoffumhüllungen oder das Auftreten von geschmolzenem Brennstoff zu verstehen. Durch Hüllrohrbeschädigungen werden Spaltprodukte freigesetzt, die den Kühlkreislauf kontaminieren und außerdem die Gefahr von Folgeschäden (z.B. durch Bildung von Blockaden) mit sich bringen. Das Auftreten von größeren Mengen geschmolzenen Brennstoffs führt zu makroskopischen Brennstoffumverteilungen und somit zu Reaktivitätsänderungen.

Um einen zuverlässigen Reaktorbetrieb zu gewährleisten, muß das Auftreten beider Phänomene durch entsprechend niedrige Leistungsdichten

und Betriebstemperaturen verhindert werden. Andererseits ist aus wirtschaftlichen Gründen eine möglichst hohe Leistungsdichte bei hohen Betriebstemperaturen wünschenswert.

Deshalb ist es die Hauptaufgabe der thermohydraulischen Kernausslegung für eine vorzugebende, als tolerierbar erachtete Auftretungswahrscheinlichkeit thermischer Brennstabschäden, den optimalen Betriebszustand der Anlage zu ermitteln. Unter einem optimalen Betriebszustand wird dabei die Erzielung einer maximalen Leistungsdichte und einer maximalen Kernaustrittstemperatur bei gegebenen Randbedingungen verstanden. Diese Randbedingungen sind im wesentlichen: Kerngeometrie, Neutronenflußverteilung, Eintrittstemperatur und zulässige Maximaltemperaturen.

Weiterhin sind bei der thermohydraulischen Kernausslegung globale Kerndaten zu ermitteln, die zur Kreislaufauslegung benötigt werden: Das zur ausreichenden Kühlung erforderliche Druckgefälle über dem Kern, der gesamte Kühlmitteldurchsatz und die mittlere Kernaustrittstemperatur.

Für weiterführende Auslegungsrechnungen, insbesondere zur Kernverbiegung und Kernverspannung, sowie zur Ermittlung von Reaktivitätskoeffizienten, ist die Kenntnis der Temperaturverteilung im Reaktorkern erforderlich; die daher ebenfalls ein Ergebnis der thermohydraulischen Kernausslegung sein sollte.

Zur Lösung dieser Aufgaben wurde das Programmsystem THECA entwickelt, das im wesentlichen aus den drei folgenden Programmodulen besteht:

1. Der Modul THELVU zur Ermittlung der nominellen Leistungsverteilung des Reaktorkerns.
2. Der Modul THESYS zur Berechnung der dreidimensionalen nominellen Temperaturverteilung des Reaktorkerns.
3. Der Modul THEDRA zur statistischen Heißstellen- und Leistungsanalyse der nominellen Temperatur- und Leistungsverteilung.

In Abb. 1 ist ein vereinfachtes Flußdiagramm von THECA mit Vor- und Nachfolgeprogrammen dargestellt.



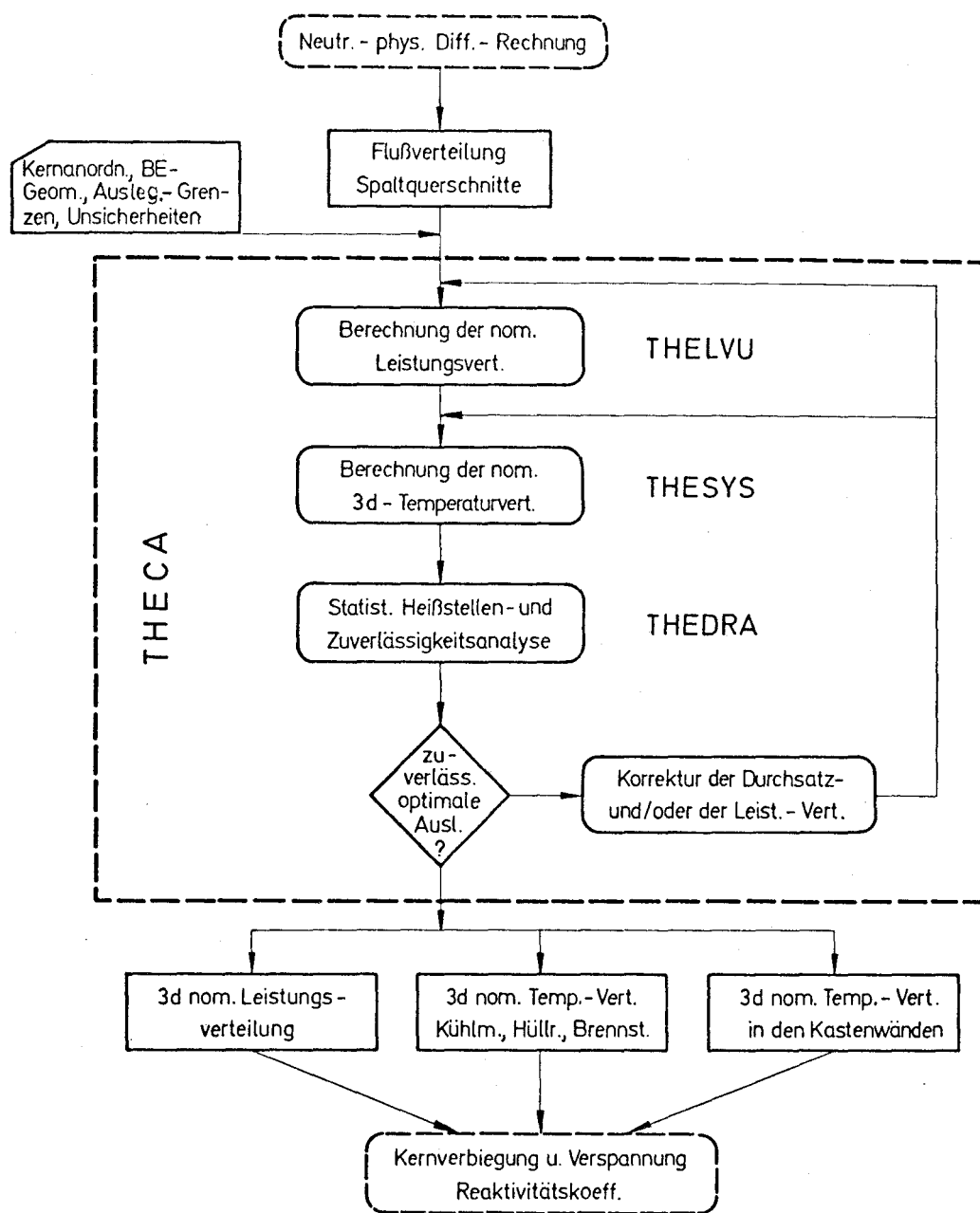


Abb. 1: Vereinfachtes Flußdiagramm von THECA mit Vor- und Nachfolgeprogrammen

Um die Temperaturberechnung durchführen zu können, muß zunächst die Leistungsverteilung im Kern ermittelt werden. Die Ausgangsbasis zur Leistungsberechnung ist die Neutronenflußverteilung, die zusammen mit den makroskopischen Spaltquerschnitten aus einer vorangegangenen neutronenphysikalischen Diffusionsrechnung zu übernehmen ist.

Kennzeichnend für alle Rechnungen, die den gesamten Reaktorkern erfassen, ist die Tatsache, daß sie eine sehr große Menge von Daten sowohl als Eingabe verarbeiten, als auch als Ausgabe produzieren. Schon deshalb, neben dem meist erheblichen Rechenaufwand, können sie sinnvoll nur auf elektronischen Rechenautomaten unter Einhaltung eines weitgehend direkten, maschineninternen Datenflusses ausgeführt werden.

Zwischen den Einzelmoduln von THECA ist dieser direkte Datenfluß natürlich gewährleistet. Den Anschluß an die vorangegangene Diffusionsrechnung übernimmt der Modul THELVU. Die von der Diffusionsrechnung erstellten Dateien mit der Neutronenflußverteilung und den makroskopischen Spaltquerschnitten werden unmittelbar eingelesen und eine neue Datei mit der Leistungsverteilung des Reaktorkerns erstellt.

Ausgehend von dieser Leistungsverteilung wird mit THESYS die dreidimensionale nominelle Temperaturverteilung des Kerns ermittelt: Die Temperaturfelder des Kühlmittels, des Hüllrohrs, des Brennstoffs und der Stabbündelummantelungen (Kastenwände). Die THESYS-Rechnung basiert auf einem Teilkanalmodell für die einzelnen Stabbündelelemente. Dabei werden thermische Ausgleichsvorgänge sowohl innerhalb der Stabbündel zwischen benachbarten Teilkanälen als auch innerhalb des Kernverbands zwischen benachbarten Stabbündeln berücksichtigt.

Die berechneten nominellen Leistungs- und Temperaturverteilungen stehen datenverarbeitungsgerecht weiteren Auslegungsprogrammen (z.B. zur Kernverbiegung und zur Ermittlung von thermischen Reaktivitätskoeffizienten) zur Verfügung, wenn die anschließende Heißstellen- und Leistungsanalyse mit dem Modul THEDRA eine optimale und zuverlässige Kernausslegung ergibt. Ist dies nicht der Fall, so muß die Rechnung mit geänderter Kühlmitteldurchsatz- und/oder Leistungsverteilung wiederholt werden.

THEDRA ermittelt die quantitativen Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Übertemperaturen bzw. Überleistungen <sup>1)</sup> und den dazugehörigen Wahrscheinlichkeitswerten. Die in die Analyse eingehenden Unsicherheiten werden ihrer unterschiedlichen Wirkungsweise gemäß in Gruppen unterteilt: in lokale, Kanal-, Brennelement-, Zonen- und Kern-Unsicherheiten. Eine lokale Unsicherheit beeinflusst jede Stelle des Kerns in statistisch unabhängiger Weise, wogegen z.B. eine Kern-Unsicherheit auf alle Stellen des Kerns gleichermaßen einwirkt.

Ausgehend von der nominellen Temperaturverteilung wird für jede Rechenmaschine die Wahrscheinlichkeit für das Überschreiten kritischer Temperaturen oder Leistungen berechnet und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Wirkungsweise der einzelnen Unsicherheiten zu für den gesamten Kern gültigen Wahrscheinlichkeitswerten aufintegriert.

Darüberhinaus ermittelt THEDRA den im Schadensfalle zu erwartenden Schadensausmaß und die zu erwartende Schadensverteilung innerhalb des Kerns. Damit ist die Voraussetzung gegeben, um den durch eine höhere Leistungsdichte und/oder höhere Reaktorausstrittstemperatur bedingten Kostenvorteil mit dem andererseits höheren Kostenrisiko durch Brennstabversagen quantitativ zu vergleichen.

Weiterhin enthält THEDRA eine Option zur Berechnung einer optimalisierten Reaktor-Kühlmitteldurchsatz- und Leistungsverteilung, d.h. der Verteilungen die bei gleichbleibender Schadensgesamtwahrscheinlichkeit eine maximale Reaktoraufheizspanne und Leistungsdichte ergeben.

Die in den Einzelmoduln angewandten Rechenmethoden sind bereits ausführlich beschrieben: THELVU <sup>2)</sup> und THESYS in [1] und THEDRA in [2, 3, 4]. Mit diesem Bericht wird eine detaillierte Benutzeranleitung für das Gesamtsystem und die Einzelmoduln gegeben. Im übrigen wird von den eben angeführten Veröffentlichungen ausgegangen, lediglich mittlererweile vorgenommene Ergänzungen und Änderungen werden mit beschrieben.

---

1) Anstelle der Brennstofftemperaturanalyse kann man sich auch auf eine Stableistungsanalyse beschränken, da die maximale Temperatur eines Brennstoffpellets hauptsächlich von der lokalen Stableistung abhängig ist.

2) THELVU wird bei [1] noch nicht als selbstständiger Modul aufgeführt.

## 2. Das Programmsystem THECA

### 2.1 Allgemeines

Die THECA-Steuermoduln steuern den Programmablauf zwischen den Problemmoduln THELVU, THESYS und THEDRA. Die Art des Programmablaufs kann durch die Eingabe beeinflusst werden. Weiterhin gewährleistet THECA den selbstständigen und korrekten Datentransfer zwischen den Problemmoduln. Deshalb braucht der größte Teil der benötigten Dateien nur temporär und unbenannt während der Rechenausführung angelegt zu sein, wodurch sich die Datenverwaltung wesentlich vereinfacht.

Die Systemorganisation und Struktur wurden derart ausgeführt, daß die Einzelmoduln auch für sich allein (als "stand-alone-code") zur Ausführung gebracht werden können. Daher besitzt jeder Problemmodul seinen eigenen Eingabeblock, die jedoch bei Benutzung von THECA alle gemeinsam verwaltet werden. Abb. 2 zeigt ein Flußdiagramm für den Datentransfer zwischen den Moduln.

Der THECA-Eingabepool besteht im allgemeinen aus 4 Blöcken: Aus dem THECA-Eingabeblock für die Steuermoduln und aus den Eingabeblocken der 3 Problemmoduln. Soll ein Problemmodul nicht ausgeführt werden, so kann der entsprechende Eingabeblock vollständig fehlen. Auch ist die Reihenfolge der Eingabeblocke für die 3 Problemmoduln beliebig. Der THECA-Eingabepool wird von dem Steuermodul INPRI übernommen, dessen Funktionen in Abb. 3 dargestellt sind. Anschließend werden entsprechend den Daten des THECA-Eingabeblocks die Problemmoduln THELVU, THESYS und THEDRA angelaufen oder übersprungen. Die während des Rechenablaufs zu erstellenden Dateien werden bei den entsprechenden Problemmoduln näher beschrieben. Dateien, die für einen bestimmten Anwendungsfall nicht benötigt werden, brauchen auch nicht spezifiziert zu werden, mit Ausnahme der Datei auf FTO1FOO1, die stets vorhanden sein muß (hier wird zeitweise auch der THECA-Eingabeblock abgelegt). Der Steuermodul FEEDB übernimmt die Ergebnisse der Heißstellenanalyse und erstellt damit eine Feedback-Datei mit Daten für die neuen Kühlmitteldurchsätze der einzelnen Stabbündel, die eine bessere Übereinstimmung der Kern-

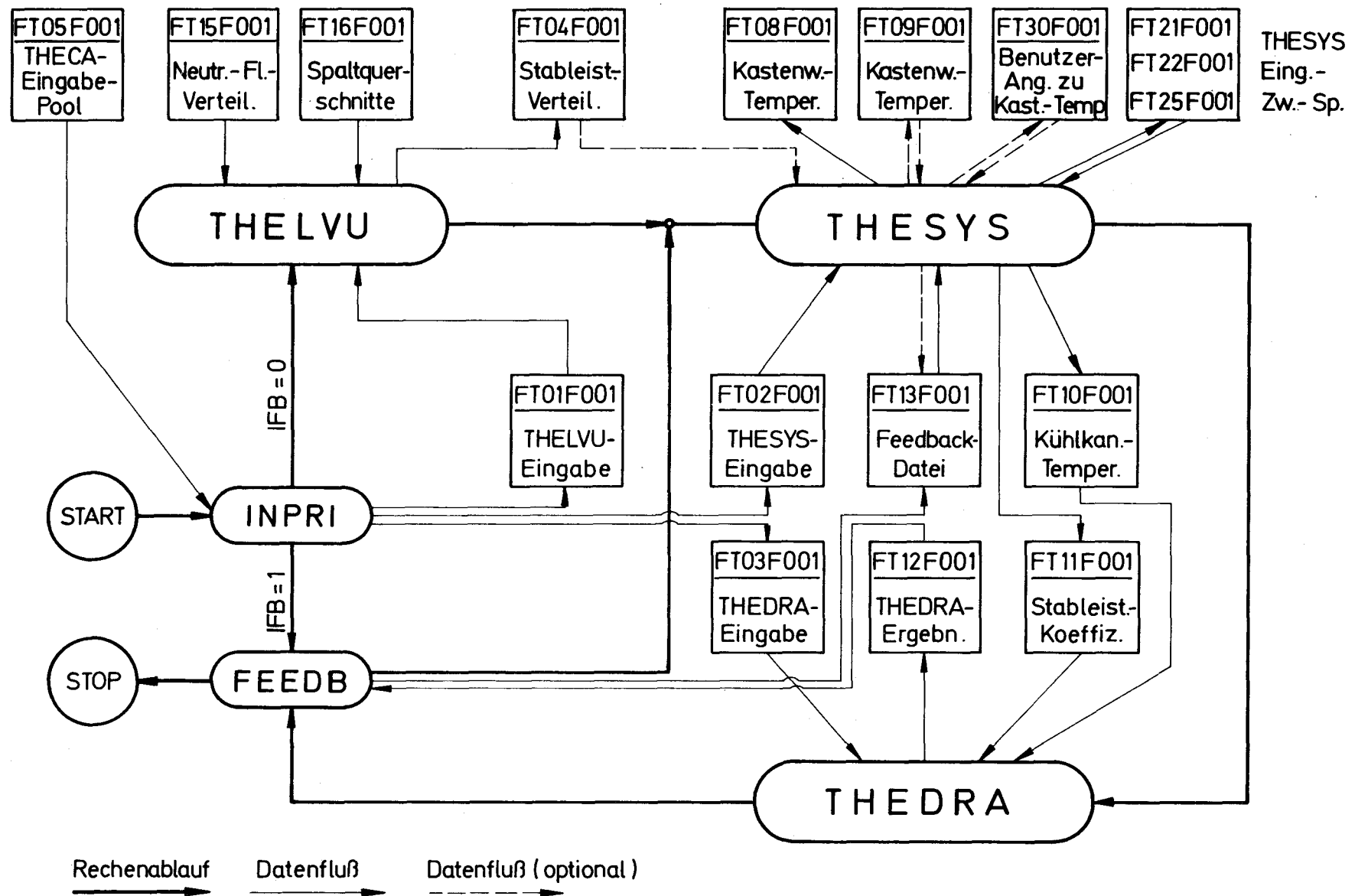


Abb. 2: Rechenablauf und Datenfluß in THECA

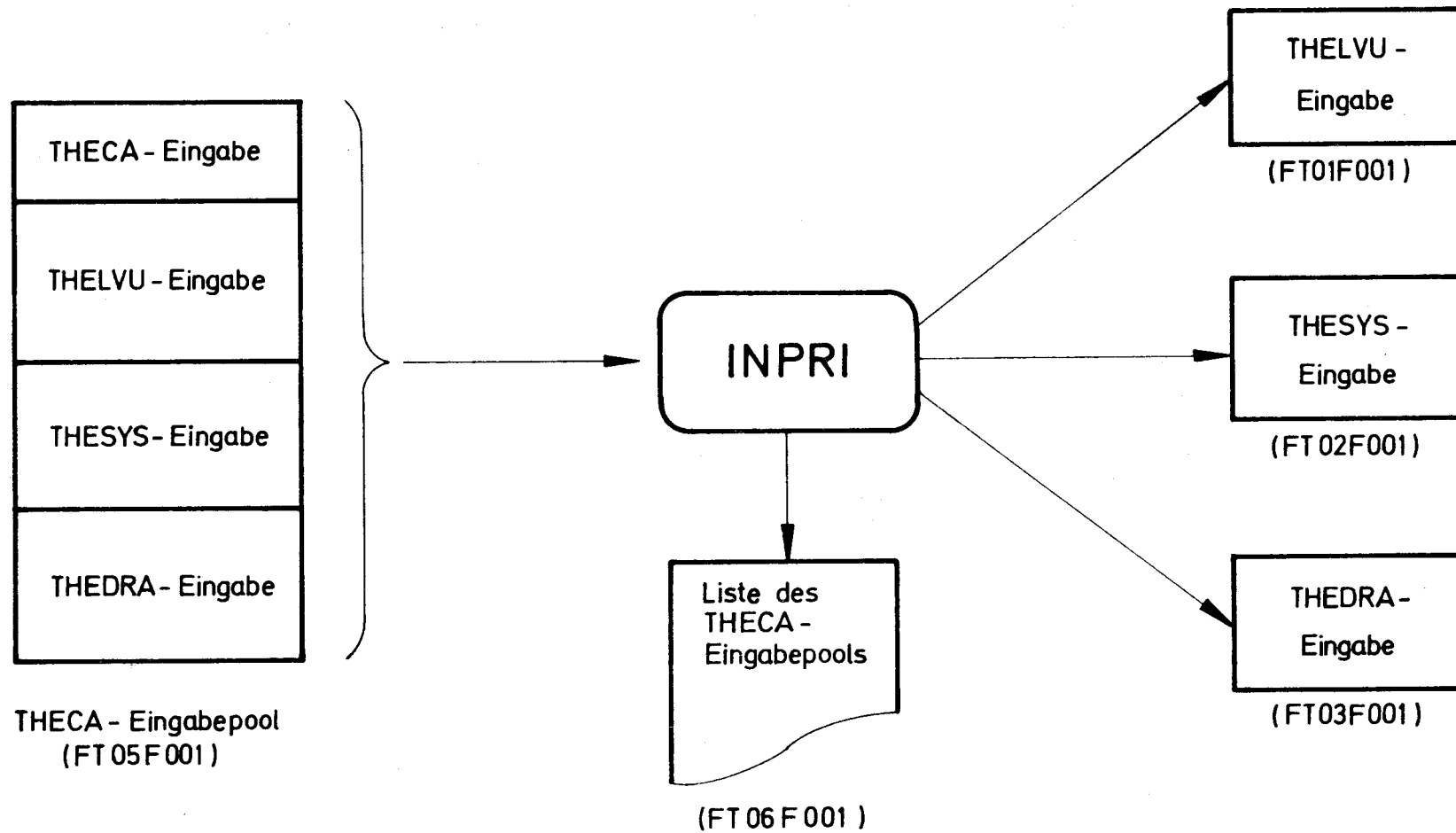


Abb. 3: Struktur und Aufbereitung der THECA- Gesamteingabe

auslegung mit den Auslegungskriterien kritische Hüllrohrtemperatur und optimale Aufheizspanne ergeben. Entsprechend den in THECA-Eingabeblock angegebenen Bedingungen wird die Rechnung beendet oder mit den Feedback-Daten wiederholt.

Eine automatische Korrektur der Leistungsverteilung zur Anpassung an das Auslegungskriterium Brennstoffschmelztemperatur ist zumindest momentan nicht vorgesehen und auch wohl nicht unbedingt erforderlich: Im Gegensatz zur Anpassung an die kritische Hüllrohrtemperatur (die im allgemeinen für jedes Stabbündel Durchsatzänderungen bringt) sind nur wenige Änderungen zur Anpassung an die kritische Brennstofftemperatur möglich. Im Extremfall ändert sich in jeder Anreicherungszone die Leistung um einen bestimmten Faktor. Darüberhinaus sind aber Änderungen denkbar, die sich kaum automatisch erfassen lassen, so z.B. Änderung einer Anreicherungs-zonenbegrenzung. Deshalb ist es angebracht, nach einem ersten Durchgang die Rechnung abubrechen und die Heißstellenergebnisse genau zu interpretieren. Erst wenn danach die Leistungsverteilung angepaßt ist und sonstige Ursachen für grobe Abweichungen von den Auslegungskriterien beseitigt sind, ist eine vollautomatische THECA-Auslegung sinnvoll.

## 2.2 Beschreibung der Eingabe

Der Eingabeteil für die THECA-Steuermoduln wird THECA-Eingabeblock genannt. Dieser Block besteht aus 2 Eingabekarten, die sich am Anfang des THECA-Eingabepools befinden müssen.

### 1. Read-Anweisung, FORMAT (20A4):

THECA<sub>11</sub>            freier Kommentar  
Spalte 1 ÷ 8        Spalte 9 ÷ 80

### 2. Read-Anweisung, FORMAT (3I10, 2G10.3):

NOGO    Steuervariable für den Rechenablauf. Den Problemmoduln werden folgende Ziffern zugeordnet:  
THELVU → 1, THESYS → 2, THEDRA → 3

Es bedeutet z.B.:

NOGO = 0: Normallauf, alle 3 Moduln werden ausgeführt

NOGO = 1: THELVU wird nicht ausgeführt

NOGO = 13: THELVU und THEDRA werden nicht ausgeführt

Jede 1- bis 2-stellige Ziffernkombination kann angegeben werden; jedoch muß der Benutzer darauf achten, daß die von dem Start-Modul benötigten Dateien zur Verfügung stehen.

IFB IFB = 0: Normalfall

IFB = 1: In einem vorherigen THECA-Lauf wurde bereits eine Heißenstellenanalyse durchgeführt, deren Ergebnisse auf File 12<sup>1)</sup> angeliefert werden (d.h. eine hinter THEDRA abgebrochene Auslegungsiteration soll fortgesetzt werden).

NMAX Maximale Anzahl von THESYS-THEDRA-Iterationen (Auslegungsiterationen)

ATHF Geforderte Mindestübereinstimmung zwischen tatsächlicher Reaktoraustrittstemperatur (THESYS-Ergebnis) und der an die kritische Hüllrohrtemperatur angepaßten Austrittstemperatur (THEDRA-Ergebnis).

ATOP Geforderte Mindestübereinstimmung zwischen der an die kritische Hüllrohrtemperatur angepaßten Austrittstemperatur und der Austrittstemperatur, die nach der Durchsatzoptimierung auf gleiche Heißenstellenwahrscheinlichkeit aller Elemente zu erwarten ist.

#### Bemerkungen:

Die Variable NOGO steuert stets nur den ersten Rechendurchgang. Eine eventuell nachfolgende Auslegungsiteration läuft immer über die Moduln THESYS und THEDRA.

Die Nichtausführung eines Moduls kann auch dadurch dem Programm angezeigt werden, daß der Eingabe-Block des entsprechenden Moduls fehlt (dadurch wird NOGO überschrieben); eine Auslegungsiteration ist beim Fehlen der THESYS- oder THEDRA-Eingabe natürlich nicht möglich.

---

1) Der Begriff "File 12" steht vereinfachend für die Datei, die auf einer DD-Karte mit dem Namen FT12FOO1 spezifiziert ist.



Die Auslegungsiteration wird beendet, wenn NMAX Iterationsschritte (innerhalb eines Jobs) vollendet sind oder wenn die über ATHF und ATOP spezifizierten Genauigkeiten erreicht sind. Werden ATHF und ATOP nicht angegeben, so werden programmintern jeweils  $1^{\circ}\text{C}$  eingesetzt. Werte  $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$  sind nicht sinnvoll, da interne Iterationsgenauigkeiten diese Größenordnung haben.

### 2.3 Beschreibung der Ausgabe

Im Anhang ist die Ausgabe für ein Anwendungsbeispiel aufgelistet. Die Ausgabe der THECA-Steuermoduln wird über den DD-Namen FTO7FOO1 ausgegeben und ist für das Anwendungsbeispiel auf den Seiten 125 bis 128 dargestellt.

Nach den Drucken einer Titelseite wird zunächst die gesamte THECA-Eingabe wiedergegeben. Danach folgt eine selbsterklärende Analyse der Eingabe und ein Protokoll des Rechenablaufs. Nach jedem Rechendurchgang (das ist eine Stufe der Auslegungsiteration) druckt der Steuermodul FEEDB eine kurze Zusammenfassung der THEDRA-Ergebnisse.

Die erste Zahl gibt an, um wieviel  $^{\circ}\text{C}$  sich die mittlere Reaktoraufheizspanne ungefähr ändern wird, wenn der Kühlmitteldurchsatz an die geforderte Heißstellenwahrscheinlichkeit des Hüllrohres angepaßt wird. Die zweite Zahl ist die Änderung durch Auslegung aller Brennelemente auf dieselbe Heißstellenwahrscheinlichkeit, das ist in guter Näherung eine Auslegung auf maximale Reaktoraufheizspanne bei vorgegebener Heistellentemperatur und Auftretungswahrscheinlichkeit  $[5]$ . Die erste Zahl wird mit der Eingabegröße ATHF, die zweite mit ATOP verglichen und die Auslegungsiteration dementsprechend fortgeführt oder beendet.

### 2.4 Aufruf von THECA, Job Control Language-Karten

In diesem Abschnitt wird der Aufruf von THECA auf einer IBM-Maschine 370/168 mit den Betriebssystemen  $\text{S/MVT}$  und ASP beschrieben.

Weiterhin wird vorausgesetzt, daß das gesamte THECA-System (mit Steuer- und Problemmoduln) in einer Loadbibliothek enthalten ist. Diese Bibliothek ist derart organisiert, daß jeder Unterprogramm-Name und jeder Entry-Name

als Member- bzw. Alias-Name in der Bibliothek vorhanden ist. Das THECA-Main-Program wird in der Bibliothek THECA genannt.

Das Arbeiten mit einer solchen Bibliothek hat sich als sehr nützlich erwiesen. Natürlich sind auch alle anderen im Rahmen des jeweiligen Betriebssystems möglichen Programmverwaltungsmethoden anwendbar. Für einen begrenzten Anwendungsbereich sind einfachere Methoden gegebenenfalls sogar sinnvoller, z.B. das Abspeichern aller Programme in einem einzigen Object- oder Loadmodul.

Im Anhang sind auf der Seite 81 die Job Control Language (JCL)-Karten zur Ausführung des Anwendungsbeispiels aufgelistet. Verwendet wird eine katalogisierte Prozedur FHCLG mit Compile-Step C, Link-Step L und Go-Step G. Über den Compile-Step können speziell für den betreffenden Anwendungsfall gültige Unterprogramme angeliefert werden. (in diesem Fall eine Reibeiwert-Routine für den Modul THESYS).

Dem Link-Step wird einmal die oben angeführte Loadbibliothek (THECLO. IRE 720) zugeführt und zum anderen über den DD-Namen SYSIN die Anweisung zum Laden des Main-Programs und eine Overlay-Struktur angegeben.

Die restlichen Unterprogramme werden automatisch geladen (über SYSLIB), da die Loadbibliothek voraussetzungsgemäß alle Unterprogramm- und Entry-Namen enthält. Die angegebene Overlay-Struktur reduziert den Kernspeicherbedarf etwa um die Hälfte. Bei der Durchführung mehrerer Auslegungsiterationsstufen in einem Job ist sie jedoch auch erforderlich, da in den Programmen teilweise Data-Initialisierungen überschrieben werden, die bei einer neuen Iterationsstufe die ursprünglichen Werte aufweisen müssen.

Die Dateien des Go-Steps werden bei den entsprechenden Problemmoduln näher beschrieben.

### 3. Berechnung der nominellen Leistungsverteilung mit THELVU

#### 3.1 Allgemeines

Mit dem Modul THELVU kann die 3 dimensionale Stable Leistungsverteilung im Kernverband ermittelt werden. Dazu muß die Neutronenflußverteilung einer x-y-Diffusionsrechnung und die makroskopischen Spaltquerschnitte der Brenn- bzw. Brutstoffmischungen des Kerns vorgegeben werden.

Das Maschengitter der Diff.-Rechnung muß so angeordnet sein, daß die äquivalenten Brenn- bzw. Brutelemente (schraffierte Fläche in Abb. 4 )

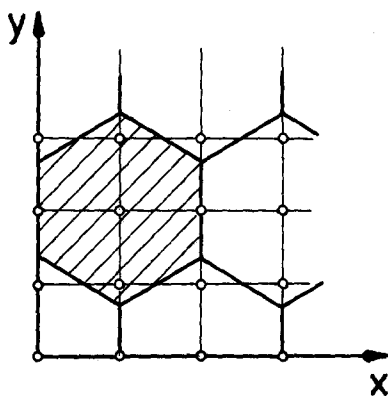


Abb. 4 ;

durch Gitterlinien begrenzt werden und somit jede Rechenmasche eindeutig einem Brenn- bzw. Brutelement (im folgenden als Kernposition bezeichnet) zugeordnet ist. Die Skizze zeigt das übliche Querschnittsmaschengitter, das gleichzeitig den größtmöglichen Gitterabstand aufweist. Die Daten eines engmaschigeren Gitters können ebenfalls verarbeitet werden.

Die Neutronenflüsse und makroskopischen Spaltquerschnitte werden in getrennten Dateien flußgruppenweise erwartet. Die Neutronenflüsse einer Gruppe bestehen aus den Daten der Gitterpunkte in y-Richtung, die für alle x-Koordinaten sukzessive in einem FORTRAN-Record anzuordnen sind. Dieser Datensatz ist für jede axiale Koordinate anzugeben. Diese Anordnung ist für jede Flußgruppe zu wiederholen.

Zur Berechnung der normierten Spaltrate in der Subroutine LEDIN wird das Maschengitter der x-y Diff.-Rechnung unverändert beibehalten, lediglich die Maschenpunktindexierung wird umgestellt. Die normierte Spaltrate  $I_N$  am Ort mit den 3 Raumkoordinaten i, j und k ergibt sich zu

$$I_{N_{i,j,k}} = \sum_{l=1}^{n_{Gr}} \phi_{m1,m2,m3,l} \cdot \Sigma_{Ml} \quad [W \cdot cm^{-3}]$$

$k$ = Index der Kernposition	$m_1$ = Index der $y$ - Koordinate
$j$ = Index der ax. Querschn.-Ebene = $m_3$ oder $m_3'$ , bei ax. Umk.	$m_2$ = Index der $x$ - Koordinate
$i$ = Index des betr. Gitterpunktes in Querschn. der Kernposition	$m_3$ = Index der ax. Querschn. Ebene = $j$ oder $j'$ bei ax. Umk.
$\phi$ = Neutronenfluß	$l$ = Index der Flußgruppe
$\Sigma_M$ = makroskopischer Spaltquerschn. der Mischung M	$n_{Gr}$ = Anzahl der Flußgruppen

Die Reihenfolge der axialen Indexierung kann umgekehrt werden (zur Anpassung an die Strömungsrichtung des Kühlmittels). Die einzelnen Kernpositionen  $k$  werden entsprechend dem System Hexagon (KFK 1432) indexiert (s.a. Abb. 5 ). Abb. 6 zeigt die Numerierung der Maschenpunkte im Querschnitt der Kernposition. Kernpositionen die in der Diff. Rechnung aus Symmetriegründen unvollständig dargestellt sind (z.B. Pos. 1 in Abb. 5 ) werden vervollständigt.

Der makroskopische Spaltquerschnitt  $\Sigma_M$  wird entsprechend der betreffenden Kernposition zugeordneten Materialmischung eingesetzt. Bei Kernpositionen des Corebereiches wird dabei je eine (und nur eine) Materialmischung für das untere und obere axiale Blanket berücksichtigt.

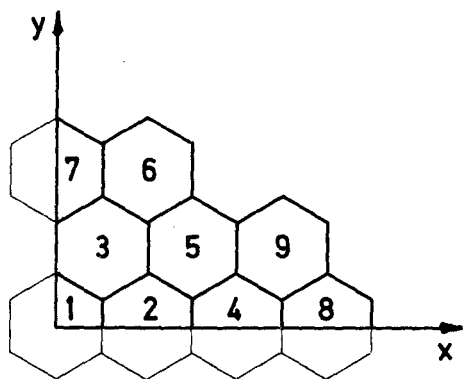


Abb. 5: Indexierung der Kernposition am Beispiel eines 1/4 Kernausschnittes

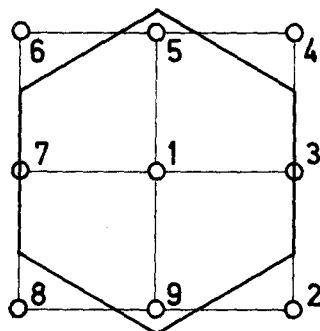


Abb. 6: Indexierung der Maschenpunkte einer äquivalenten Kernpos. - Ebene am Beispiel des "Normal-Maschenbildes"

Die Subroutine SLDAT übernimmt das Feld mit den normierten Spaltraten (die noch für die Gitterpunkte des x-y- Maschenpunktes gelten) und berechnet zunächst die Leistungsdichten am Ort des Zentralstabes und der 6 Eckstäbe einer jeden Kernposition, die Brenn- oder Brutelemente enthält. Hierzu wird für jeden axialen Querschnitt der Kernposition mittels einer Fehlerausgleichsrechnung eine Polynomfläche 2. Grades durch die Leistungsdichtepunkte der Diffusionsrechnung gelegt. Mit Hilfe dieser Polynomfläche läßt sich die Leistungsdichte leicht an den gewünschten Stabpositionen ermitteln.

Die so gewonnenen norm. Spaltraten werden in einem weiteren Schritt in norm. Stableistungen umgerechnet:

$$\chi_{\text{norm}} = q_{\text{norm}} \cdot \frac{F_{\text{Zelle}}}{n_{\text{Stab}}} \quad [W \cdot cm^{-1}]$$

$$\text{wobei } q_{\text{norm}} = \epsilon \cdot s_{\text{norm}}$$

$F_{\text{Zelle}}$  = Querschnittsfläche  
d. Reaktorzelle

$\epsilon$  = Spaltungsenergie  
[Ws/Spaltung]

$n_{\text{Stab}}$  = Stabzahl in der  
Reaktorzelle

$s_{\text{norm}}$  = norm. Spaltrate

Die aktuelle Stableistung errechnet sich durch Multiplikation der norm. Stableistung mit dem Normierungsfaktor der Diff.-Rechnung. Diesen Normierungsfaktor kann man entweder direkt vorgeben, oder programmintern ermitteln lassen, indem man die max. Stableistung im Kern vorgibt. Der Normierungsfaktor ergibt sich dann als das Verhältnis max. Stableistung zu max. norm. Stableistung. Die berechneten Stableistungen werden stabweise in die Datei SLDAT geschrieben. Nähere Einzelheiten hierzu sind der Beschreibung von SLDAT zu entnehmen.

### 3.2 Beschreibung der Eingabe

#### 1. Karte, FORMAT (19A4,A4):

INFØ Kommentarfeld für max. 76 Zeichen

CAX = YES<sub>b</sub>: Axiale Reihenfolge der Diff.-Rechnung wird zur Leistungsberechnung umgekehrt

≠ YES<sub>b</sub>: Axiale Reihenfolge der Diff.-Rechnung wird beibehalten.

#### 2. Karte, FORMAT (2(I7,I3),6I10):

IR 1 } Hexagonkoordinaten der ersten und der letzten der  
IU1 } Reaktorzellen, für die Stabileistung ermittelt  
IR2 } werden sollen (s. KFK 1432, HEXAGON)  
IU2 } R: Radiusindex                      U: Umfangsindex  
          1: erste Zelle                      2: letzte Zelle

NSY Symmetriekennzahl (s. KFK 1432, HEXAGON)

NTC Anzahl der axialen Maschen in der Spaltstoffzone (bei Diff.-Rechng.)

NBL1 Anzahl der axialen Maschen im 1. ax. Brutmantel (bei Diff.-Rechng.).

NBL2       "       "       "       "       " 2.       "       "       ( "       "       ")  
          Entsprechend axialer Maschengitterzählung bei Diff.-Rechng.

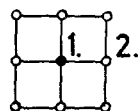
NY Anzahl der Maschenpunkte in Y-Richtung bei Diff.-Rechng.

NX       "       "       "       " X-Richtung       "       "       "  
          Y-Richtung: Über die Ecken der hexagonalen Reaktorzellen  
          X-Richtung: Senkrecht zur Y-Richtung

#### 3. Karte, FORMAT (8I10):

IYO } y bzw. x Maschenpunktindex des Mittelpunktes der  
IXO } ersten Reaktorzelle.

NRBE Anzahl der rechteckigen Maschenpunktringe, die bei der Diff.-Rechnung eine Reaktorzelle abbilden, dabei zählt der Zellenmittelpunkt auch als Ring, z.B.:



Maschenpunktring → NRBE=2

NGP            Anzahl der Neutronenflußgruppen  
 NMIX          Anzahl der Materialmischungen in der Diff.-Rechnung  
 MCØMX        "        "                "                der Spaltstoffzone  
               Achtung: Die Spaltstoffzonen-Mischungsnummern müssen  
                          mit 1 beginnen und stetig fortlaufend durch-  
                          nummeriert werden.

MIXBL1        Mischungsnummer des ersten bzw. des  
 MIXBL2        zweiten axialen Brutmantels

4. Karte, FØRMAT (7G10.3):

CHIMAX    Lokale max. Stabileistung im Kernverband  $[W/cm]$   
             CHIMAX=0: CHIMAX wird über vorgegebenes FKT errechnet.

FKT        Normierungsfaktor der Diff. - Rechnung  
             FKT=0: FKT wird über vorgegebenes CHIMAX errechnet.

ZW        Zellenweite einer Kernposition  $[cm]$   
             (sollte mit Diff.-Rechnung übereinstimmen, da sonst  
             Abweichungen im Norm.-Faktor FKT).

S(1)       Stabteilung im Spaltzonenbündel  $[cm]$   
 NST(1)    Stabzahl im Spaltzonenbündel

S(2)       Stabteilung im Bündel des rad. Brutmantels  $[cm]$   
 NST(2)    Stabzahl        "        "        "        "        "

5. Karte mit evtl. Fortsetzungskarten, FØRMAT (8(I7,I3)):

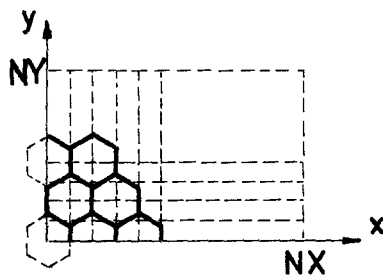
ILB(1)    } Kernbereichskennzahl und Mischungsnummer der 1. Position  
 MINR(1) }  
 ILB(2)    } Kernbereichskennzahl und Mischungsnummer der 2. Position  
 MINR(2) }  
 ⋮  
 ILB(n)    } Kernbereichskennzahl und Mischungsnummer der letzten Position  
 MINR(n) }

Bedeutung: ILB(i)=1: i-te Position gehört zur Spaltstoffzone  
                  ILB(i)=2:        "        "        "        zum rad. Brutmantel  
                  MINR(i)=j:        "        "        j enthält Brenn- bzw. Brut-  
    stoff der Mischung  
                  Stabbündel der Spaltstoffzone enthalten im ersten bzw.  
                  im zweiten axialen Brutmantel Brutstoff mit den Mischungs-  
                  nummern MIXBL1 und MIXBL2 (siehe 3. Karte).

### 3.3 Beschreibung der verwendeten Dateien

#### 3.3.1 Eingabedateien:

FT15F001: Unformatted beschriebene Datei mit Neutr.-Flüssen. In einem Record stehen die Daten für eine Querschnittsebene des Kerns, also  $NY \times NX$  Werte



Index in y-Richtung läuft am schnellsten. Der Record wird für jede axiale Koord. erwartet, und diese Gesamtanordnung für jede Flußgruppe.

FT16F001: Unformatted beschriebene Datei mit Spaltquerschnitte. Die Querschnitte sind flußgruppenweise abgespeichert, die Werte für eine Flußgruppe stehen in einem Record. Der erste Wert im Record ist die Gruppennummer, es folgen die Querschnitte für die einzelnen Mischungen nach aufsteigender Mischnummer.

#### 3.3.2 Ausgabedateien:

FT04F001: Unformatted beschriebene Datei mit Stableistungen. Aufbau siehe THESYS, Datei SLDAT. Nur Kernpositionen bei denen sich eine Stableistung größer Null ergibt werden erfaßt, also z.B. keine Regelstabpositionen.



### 3.4 Beschreibung der Ausgabe

Die Ausgabe vom THELVU ist selbsterklärend. Es wird zuerst die THELVU-Eingabe wiedergegeben, dann werden die Spaltquerschnitte, mischungsweise für alle Energiegruppen, wie sie aus der Diffusionsrechnung übernommen werden, ausgedruckt. Danach werden als Kontrolle die 1. und jede weitere 5. Flußgruppe für die 1. und jede 10. Querschnittsebene des Kerns ausgedruckt. Die von THELVU berechneten Stabileistungen werden nur auf die Datei SLDAT gebracht.

In der Ausgabe sind einige Größen von allgemeinem Interesse, so der Normierungsfaktor FKT, die max. normierte Stabileistung CHIMXO, die an der Stelle IPOSMX (Kernposition), IAXMX (axiale Koordinate), JMXO (Stabnummer) auftritt. Außerdem wird noch die max. auftretende Abweichung bei der Annäherung der Leistungsverteilung durch eine Polynomfläche 2. Grades angegeben. Abschließend folgt eine Tabelle mit den errechneten Stabileistungsdaten für die Kernebene, in der die max. Stabileistung des Kerns auftritt.

## 4. Berechnung der dreidimensionalen nominellen Temperaturverteilung mit THESYS

### 4.1 Allgemeines

Das Programm THESYS und die darin angewandten Methoden wurden in [1] bereits ausführlich beschrieben.

THESYS ermittelt die dreidimensionale nominelle Temperaturverteilung in den Bestandteilen des gesamten Kerns bzw. eines größeren Ausschnittes davon. Im einzelnen werden die Temperaturfelder des Kühlmittels, des Hüllrohrs, des Brennstoffs und der Stabbündelummantelungen berechnet. Hierzu werden numerische Methoden angewandt, die auf einem Teilkanalmodell basieren. Der Reaktorkern wird in eine Vielzahl von Rechenmaschen dermaßen unterteilt, daß die charakteristische Kernstruktur eines schnellen Brütters weitgehendst wiedergegeben wird. Bei der Temperaturberechnung wird die thermische Kopplung benachbarter Rechenmaschen berücksichtigt, insbesondere die zwischen den Teilkanälen eines Stabbündelelements auftretende Kühlmittelquervermischung und auch die thermische Wechselwirkung zwischen benachbarten Stabbündelelementen.

Trotz der relativ feinen und detaillierten Kernbeschreibung, die von THESYS vorgenommen wird, ist die Temperaturberechnung von der Vorgabe physikalischer Kenngrößen abhängig, die das Ergebnis noch wesentlich detaillierterer Analysen sind oder aus experimentellen Untersuchungen stammen. Dies sind im wesentlichen Korrelationen für Quervermischungs-raten, Wärmeübergangszahlen und Reibbeiwerte. Diese Korrelationen sind ein wesentlicher Teil der THESYS-Eingabe, die der Benutzer beizusteuern hat. Teilweise sind hierfür kleinere, abgeschlossene Unterprogramm-funktionen vorgesehen. Die derzeit bereitgestellten Standardfunktionen sind im Anhang B näher beschrieben. Diese Funktionen besitzen aus den vorher angeführten Gründen keine Allgemeingültigkeit, sondern sind an ein spezielles Problem angepaßt (z.B. SNR-Kern) oder repräsentieren ein bestimmtes Näherungsverfahren (z.B. Mischratenberechnung nach Ingesson-Hedberg). Es sei nochmal ausdrücklich darauf hingewiesen, daß vernünftige THESYS-Ergebnisse nur dann erwartet werden dürfen, wenn der Benutzer die Korrelationen bereitstellt, die an die vorliegende Problemstellung angepaßt sind. Eine "blinde" Anwendung der bereitgestellten Standardfunktionen ist auf jeden Fall nicht zulässig.

In den nachfolgenden Abschnitten werden 2 weitere Teilprobleme der THESYS-Eingabe allgemein erläutert, um dem Benutzer die Handhabung der damit zusammenhängenden Eingabegrößen zu erleichtern.

#### 4.1.1 Iteration zur Erfassung der thermischen Wechselwirkung zwischen Nachbarelementen ("Kerniteration")

Um die thermische Wechselwirkung zwischen benachbarten Elementen zu erfassen, muß die Gesamtrechnung mehrfach durchgeführt werden. Die einzelnen Iterationsschritte werden durch den Zählindex IZLO gekennzeichnet. Die Anzahl der durchzuführenden Iterationsschritte wird durch die Variable NLO vorgegeben (IZLO, NLO: 2. Read-Anweisung im Block I).

Zunächst werden im 1. Iterationsschritt (IZLO=1) die Elemente des betrachteten Kernausschnitts durchgerechnet, ohne Berücksichtigung des Einflusses von Nachbarelementen, da deren Temperaturen noch nicht bekannt sind. Ab dem 2. Iterationsschritt (IZLO = 2) werden jeweils die zuvor ermittelten Kastenwandtemperaturen (Datei KASPA) benutzt, um die thermische Wechselwirkung zwischen benachbarten Elementen zu erfassen.

Die bisherige praktische Erfahrung hat gezeigt, daß bereits nach 2 Iterationsschritten eine befriedigende Genauigkeit erreicht wird; nach 3 Schritten ist die Genauigkeit auch bei extremen Bedingungen ("heißes" Brennelement neben "kaltem" Brutelement) als gut zu bezeichnen. Trotz dieser guten Konvergenz (die durch spezielle Iterationsverfahren erzielt wird), ist die "Kerniteration" natürlich sehr zeitaufwendig. Da andererseits dadurch praktisch nur die Kastenwandtemperaturen beeinflußt werden und die Temperaturen im Bündelinneren fast unverändert bleiben, wird empfohlen, bei der Kernausslegung auf Heißstellen diese Iteration zunächst nicht durchzuführen.

#### Benötigte Dateien:

Jeder Iterationsschritt schreibt auf den File FT08FO01 die Datei KASPA, deren Daten der nachfolgende Schritt als Input verwendet und auf dem File FT09FO01 erwartet. Stellt das Programm am Ende eines Iterationsschrittes fest, daß die Iteration fortgeführt werden soll (Inputvariable NLO), so wird die Datei KASPA automatisch auf den File FT09FO01 kopiert.

Besonderheiten der "Kerniteration":

Ist die Datei KASPA eines vorhergehenden Iterationsschrittes verfügbar, so kann die Iteration in einem neuen Job fortgeführt werden. Dabei ist jedoch folgendes zu beachten:

- Die Datei KASPA des vorhergehenden Iterationsschrittes muß über den File FT09F001 angeliefert werden. Auf den File FT08F001 wird die Datei des neuen Schrittes ausgegeben.
- Die Größe IZLO auf der 2. Readanweisung des Blockes I muß den Zählindex des neuen Iterationsschrittes korrekt wiedergeben, da für die einzelnen Iterationsschritte verschiedene Iterationsverfahren angewandt werden.

#### 4.1.2 Axiale Unterteilung und Leistungsverteilung

##### 4.1.2.1 Axiale Unterteilung

###### Anzahl der Rechenabschnitte

Die Bündelbereiche Spaltgasplenum, Blankets, Core und Kopfstück werden in eine bestimmte Anzahl von Rechenabschnitte weiter unterteilt. Außer dem Core können alle Bereiche die Länge 0 haben, rein formal müssen sie jedoch mindestens einen Rechenabschnitt umfassen, dem auch eine axiale Koordinate zugeordnet ist. Die Anzahl der Rechenabschnitte ist für die einzelnen Bündelbereiche explizit anzugeben. Werden keine sinnvollen Werte (das sind Zahlen  $\leq 0$ ) angegeben, so werden folgende Standard-Werte gesetzt:

unteres Blanket:	1	Core:	10	Kopfstück:	1
oberes Blanket:	3	Spaltgaspl.:	1		

###### Festlegung der axialen Koordinaten

Die axialen Koordinaten gelten für die Ebenen, die die einzelnen Rechenabschnitte begrenzen.

###### Grundeingabe

Wird bezüglich der Rechenabschnitte und der Leistungsverteilung nur die Grundeingabe verwendet, so werden die axialen Koordinaten durch gleichmäßige Aufteilung der einzelnen Bündelbereiche ermittelt.

###### Erweiterte Eingabe

Die axialen Koordinaten werden explizit angegeben.

##### 4.1.2.2 Eingabe der axialen Koordinaten mit Leistungsverteilung

Wird die Leistungsverteilung über eine externe Datei angeliefert (s. 4.1.3.3), so kann diese auch die axialen Koordinaten für die Core- und Blanketbereiche enthalten, und zwar für jede der Ebenen, für

die Leistungsdaten geliefert werden. Die Anzahl dieser Ebenen kann größer sein, als die Anzahl der Rechenabschnitte im betreffenden Bündelbereich entspricht, d.h. es können auch für Ebenen zwischen den Rechenabschnittsgrenzen Leistungsdaten angegeben werden. Ist dies der Fall, so werden die Koordinaten der Rechenabschnittsgrenzen so gewählt, daß nach Möglichkeit für jeden Rechenabschnitt eines Bündelbereiches gleichviel Leistungsdaten vorhanden sind. Ist dies nicht möglich, so enthält stets der letzte Abschnitt eines Bereiches mehr oder weniger Leistungsdaten.

#### 4.1.2.3 Anpassung der axialen Koordinaten an Leistungsverteilung

Wird die Leistungsverteilung punktweise ohne axiale Koordinate vorgegeben (s. 4.1.3.2 u. 4.1.3.3), so wird angenommen, daß der betreffende Bündelbereich durch die Leistungspunkte gleichmäßig unterteilt wird. Damit sind die axialen Koordinaten für die Leistungspunkte indirekt gegeben. Die Festlegung der axialen Koordinaten der Rechenabschnittsbegrenzung erfolgt dann wie bei 4.1.2.2.

Die sich aus den Abschnitten 4.1.2.2 und 4.1.2.3 ergebenden axialen Koordinaten überschreiben eventuell aus 4.1.2.1 vorhandene Koordinaten in den jeweiligen Bündelbereichen.

### 4.1.3 Leistungsverteilung

#### 4.1.3.1 Grundeingabeblock

Für den Core-Bereich ist ein axialer Formfaktor (für alle Teilkanäle) PHIAX vorgebbar, dazu die max. Stableistung der 6 Eckstäbe und des Zentralstabes. Die Stableistungen der restlichen Brennstäbe werden vom Programm durch quadratische Interpolation gebildet. Als axiale Leistungsfunktion wird eine Cos-Verteilung gewählt. Für die Blankets ist der Leistungsanteil bezogen auf den Core-Bereich vorzugeben. Die Leistungsfunktion in den axialen Blankets wird als linear mit Nullstellen an coreabgewandten Blanketrad angenommen.

#### 4.1.3.2 Erweiterte Eingabe

Anstelle der Cos-Verteilung kann jede andere Verteilung vorge-

geben werden. Wird in der Grundeingabe der axiale Formfaktor  $\text{PHIAX} \leq 0$  eingegeben, so wird für den Core-Bereich die axiale Leistungsverteilung punktweise erwartet, wobei der Maximalwert auf 1 normiert ist.

Für die einzelnen Rechenabschnitte können mehrere Stableistungswerte vorgegeben werden. Die zugeführte Leistung je Abschnitt wird dadurch axiale Integration ermittelt, ansonsten durch lineare Mittelwertbildung.

#### 4.1.3.3 Eingabe über externe Datei

Für den Core- und Blanket-Bereich können bis zu 60 axiale Leistungswerte, für die 6 Eckstäbe und für den Zentralstab in einer externen Datei (SLDAT) definiert werden. Für die beiden Ebenen zwischen Core und Blankets wird jeweils ein zweifacher Leistungswert erwartet. Die Ermittlung der zugeführten Leistung erfolgt für jeden Rechenabschnitt wie bei 4.1.3.2.

Zusätzlich kann noch für jede Ebene die axiale Koordinate (mit 0 beginnend und in Strömungsrichtung ansteigend) angegeben werden. Für die beiden Grenzebenen im Gegensatz zur Stableistung nur ein Wert. Der Blanket-Bereich muß nicht vorhanden sein.

Für diesen Fall muß  $\text{PHIAX} = 0$  vorgegeben werden.

#### 4.2 Beschreibung der Eingabe

Die THESYS - Eingabe besteht aus 3 Blöcken:

Block I: Steuergrößen und Daten für die Gesamtrechnung bzw.  
für den gesamten Kernverband.

Block II: Daten für die im Kernverband auftretenden Stabbündeltypen.  
Zur Zeit werden die Stabbündeltypen Brennelement und Brutelement unterschieden, deshalb sind 2 Teilblöcke vorhanden:

II.1 Teilblock mit Daten der Brennelemente

II.2 Teilblock mit Daten der Brutelemente

Block III: Daten für die einzelnen Kernpositionen (z.B. Leistungen, Kühlmitteldurchsätze u. dgl.) Die Daten einer Kernposition kann man zu einem Teilblock zusammenfassen; der Block III besteht also aus  $n_E$  Teilblöcken, wenn  $n_E$  die Anzahl der von der Rechnung erfaßten Kernpositionen ist.

III.1 Teilblock mit Daten der 1. Kernposition

III.i Teilblock mit Daten der i-ten Kernposition

III. $n_E$  Teilblock mit Daten der letzten Kernposition

Block I: Steuergrößen und Daten für die Gesamtrechnung bzw. für den gesamten Kernverband

1. Read-Anweisung, FORMAT (20A4):

THESYS ~~xx~~ \_\_\_\_\_freier Komentar\_\_\_\_\_

Spalte 1-8

Spalte 9-80



## 2. Read- Anweisung, FORMAT (8I10):

NSY    Symmetriekennziffer der Kerndarstellung nach HEXAGON

NBE    Anzahl der Brennelemente im Kernausschnitt

NBR    Anzahl der Brutelemente im Kernausschnitt

IZLO    Anfangsstufe der Kerniteration (zur Erfassung der thermischen Wechselwirkung zwischen den Elementen)  
Default: IZLO=1  
Für IZLO>1 muß über FT09F001 die KASPA-Datei mit den Kastenwandtemperaturen der vorhergehenden Iterationsstufe angeliefert werden.

NLO    Endstufe der Kerniteration  
Default: NLO=IZLO (d.h. Kern wird nur ein Mal durchgerechnet, dies sollte aus Zeitgründen stets während einer THESYS-THEDRA-Iteration so sein).

IAN    Rechnung beginnt mit der IAN-ten Kernposition (Teilblock III.IAN)  
Default: IAN=1

ICON    = 0: normale Rechnung  
         > 0: eine abgebrochene Rechnung soll fortgesetzt werden. Auf FT08F001 und FT10F001 werden die entsprechenden Dateien der abgebrochenen Rechnung erwartet (der aktuelle Wert für IAN wird programmintern ermittelt).

IQTH    = 0: normale Rechnung  
         > 0: es wird nur die thermische Reaktorleistung berechnet.  
Zweck: Prüfung der Leistungseingabe und Ermitteln der Reaktorleistung.  
Daneben wird auch die Gesamteingabe auf formale Fehler untersucht.

## 3. Read-Anweisung, FORMAT (6G10.3,I10):

GSPB    Leckageströmung  $\left[ \frac{\text{gr}}{\text{s}} \right]$  zwischen den Brennelementkästen bezogen auf eine Kernposition

QGAR(1)

QGAR(2) QGAR(i): Relative  $\gamma$ -Heizrate  $\left[ \frac{\text{W/cm}^3}{\text{W/cm}} \right]$  in den Kastenwänden der i-ten Anreicherungszone (max. 5 Zonen). Diese Heizrate ist bezogen auf die Stabileistung die ein Brennstab der Anreicherungszone i am

Ort der Kastenwand hätte. Die aktuellen Heizraten werden programmintern ermittelt, indem sie näherungsweise als proportional zur Stabileistung angenommen werden.

QGAR(5) IGA=1:  $\gamma$ -Aufheizung der Kastenwand wird korrigiert

$$(\overline{T}_{KW} = T_{KW} - q_{\gamma} s_{KW}^2 / (6 \cdot \lambda_{KW}) \quad \text{s. KFK 1997 S. 27})$$

IGA=0: keine Korrektur

Die Korrektur wird auch bei IGA=1 nur für die letzte Stufe der Kerniteration (IZLO=NLO) durchgeführt.

#### 4. Read-Anweisung, FORMAT (6I10):

NSPG Anzahl der axialen Rechenmaschen im Spaltgasplenum  
Default: NSPG = 1

NBLU Anzahl der axialen Rechenmaschen im unteren Blanket  
Default: NBLU = 1

NTC Anzahl der axialen Rechenmaschen im Core  
Default: NTC = 10

NBLO Anzahl der axialen Rechenmaschen im oberen Blanket  
Default: NBLO = 3

NKS Anzahl der axialen Rechenmaschen im Kopfstück  
Default: NKS = 1

ITLG = 0: 5. Read-Anweisung wird übersprungen  
> 0: 5. Read-Anweisung wird ausgeführt

#### 5. Read-Anweisung, FORMAT (8G10.3):

Wird nur ausgeführt wenn auf vorhergehender Karte ITLG > 0 ist!

Z(1) Axiale Koordinaten der Rechenmaschengrenzen in cm.  
Z(2) entsprechend den Angaben in der 4. Read-Anweisung  
Z(3)  $n = NSPG + NBLU + NTC + NBLO + NKS + 1$   
Werden diese Koordinaten nicht eingelesen, so werden sie programmintern ermittelt. Die einzelnen Elementteilstücke (Spaltgasplenum, Blanket usw.) werden dabei gleichmäßig unterteilt.  
Z(n)

Block II: Daten für die im Kernverband auftretenden Stabbündeltypen  
=====

Dieser Block besteht in der Regel aus 2 völlig gleichartig aufgebauten Teilblöcken: Dem Teilblock II.1 mit Brennelementdaten und dem Teilblock II.2 mit Brutelementdaten. Werden in die Rechnung keine Brutelemente mit einbezogen, so kann der Teilblock II.2 aus nur einer Karte bestehen.

Jeder Teilblock wird durch die folgenden Read-Anweisungen eingelesen:

1. Read-Anweisung, FORMAT (20A4):

Freie Kommentarkarte; beginnt jedoch die Kommentarkarte für die Brutelementdaten ab Spalte 9 mit den Zeichen NØBL, so werden keine weiteren Brutelementdaten erwartet.

2. Read-Anweisung, FORMAT (2G10.3, I10, 2G10.3, 2I10):

PE Eintrittsdruck des Kühlmittels  $\overline{[ata]}$

THE Eintrittstemperatur des Kühlmittels  $\overline{[^{\circ}C]}$

NST Anzahl der Stäbe im Bündel (nur hexagonale Stabanordnung)

PHIAX axialer Leistungsformfaktor bzw. Steuergröße

$$\rho_{ax} = \overline{x}/x_{max} = PHIAX$$

$\rho_{ax} > 0$ : ax. Leist.-Vert. wird als abgeschnittene Cosinus-Funktion dargestellt.

$\rho_{ax} < 0$ : die ax. Leist.-Vert. wird nicht über PHIAX ermittelt, sondern mittels dem Feld CHZCHM, das über die 4. Read-Anweisung der Teilblöcke III.i anzuliefern ist.

VQBLA Leistungsanteil eines axialen Blankets, bezogen auf die Leistung der Spaltzone.

PHIAX und VQBLA haben keine Bedeutung, wenn die Stabileistungsverteilung über die Datei SLDAT angeliefert wird!

KTW Steuergröße, wenn Kühlmitteldurchsatz für nom. max. Hüllrohrtemperatur berechnet werden soll.

- = 1: Die nom. max. Temperatur soll außen am Hüllrohr erreicht werden.
- = 2: " " " " " in der Hüllrohrmitte " "
- = 3: " " " " " innen am Hüllrohr " "

IAL        Default-Wert für den Fall, daß IAL im Block III nicht  
             spezifiziert wird.

3. Read-Anweisung, FORMAT (10X, 5(A4, 6X)):

- KEWL    =    NOWL: Keine radiale Wärmeleitung zwischen Teilkanälen  
          ≠    NOWL: Rechnung mit radialer Wärmeleitung
- KERA    =    NORA: Kastenwandecken sind nicht abgerundet  
          ≠    NORA: Kastenwandecken sind abgerundet  
                  (Rundungsradius: Eckstabmittelpunkt-Kastenwand)
- TYPBR   =    OXYD: oxydischer Brennstoff        }    steuert Temperatur-Berechnung  
          =    CARB: karbidischer Brennstoff    }    in der Subroutine BZTEMP
- KUKA    =    YES b: KUKA-Datenset (mit nom. Kühlkanaltemp. für THEDRA) wird  
                  erstellt.  
          =    NO: KUKA-Dataset wird nicht erstellt (DD-Statement für FT10FOO1  
                  kann fehlen)
- SLDAT   =    YES b: Stabile Leistungsverteilung wird über die Datei SLDAT an-  
                  geliefert.  
          =    NO: Stabile Leistungsverteilung wird über die Karteneingabe vor-  
                  gegeben.

4. READ - Statement:

Name	Position	Bedeutung	Einheit
D	1 - 10	Brennstabaußendurchmesser (ohne Rippen)	CM
S	11 - 20	Stabmittenabstand	CM
S1	21 - 30	Gibt an, um das Wievielfache von S - D sich der benetzte Umfang eines Brenn- stabes durch Abstandshalter vergrößert. ( $\Delta U = S1 \times (S - D)$ )	
S2	31 - 40	Gibt an, um das Wievielfache von $(S - D)^2$ sich die Kühlmittelfläche eines Brenn- stabes durch Abstandshalter verringert. ( $\Delta F = S2 \times (S - D)^2$ )	
S3	41 - 50	Der Abstand zwischen Brennstaboberfläche und Kastenwand beträgt $S3 \times (S - D)$	CM
SH	51 - 60	Hüllrohrwandstärke	CM
SKAST	61 - 70	Wandstärke des BE - Kastens	CM
SBE	71 - 80	Spalt zwischen den BE - Kästen	CM

Bemerkung: S1 und S2 nur bei wendelförmigen Abstandshaltern  
angeben. Bei Gitterabstandshaltern sind beide  
Größen gleich Null zu setzen.

5. READ - Statement:

Name	Position	Bedeutung	Einheit
HC	1 - 10	Core - Höhe	cm
HBL	11 - 20	Länge eines axialen Blankets	cm
HKS	21 - 30	Länge des Kopfstückes	cm
HSPG	31 - 40	Spaltgasplenum- Höhe	cm
FLIN2 <sup>x</sup>	41 - 50	zusätzliche Fläche	cm <sup>2</sup>
ULIN2	51 - 60	zusätzlicher Umfang	cm
FLIN3 <sup>x</sup>	61 - 70		
ULIN3	71 - 80	dto. für Eckkanal	

<sup>x</sup> diese Flächen werden der Kastenwand zugeordnet und werden bei der  $\gamma$  - Heizung berücksichtigt. Wird dies nicht gewünscht, so sind die Flächen und hydr. Durchmesser der betreffenden Teilkanäle über einen Korrektur-Teilblock einzugeben.

6. READ - Statement:

Name	Position	Bedeutung
AF	1 - 10	Der Reibungsbeiwert wird folgendermaßen ermittelt: $f = AF / Re^{BF}$
BF	11 - 20	(FUNCTION FWFU)
VFW(1)	21 - 30	Multiplikationsfaktoren, mit denen der nach obiger Beziehung ermittelte Reibbeiwert für die verschiedenen "Normal"- Kanäle multipliziert wird.
VFW(2)	31 - 40	
VFW(3)	41 - 50	(1 = Zentral, 2 = Rand, 3 = Eck-Kanal)
FZFO	51 - 60	Verhältnis $f/f_o$ bei T.F. (Reibbeiwert)
AZAO	61 - 70	Verhältnis $h/h_o$ bei T.F. (Wärmeübergang)
DZTF	71 - 80	Länge der Aufrauhung (wird an nächstliegende Rechenebene angepaßt)

Angaben zu den letzten 3 Größen nur nötig, wenn die Stäbe Turbulenzförderer (T.F.) besitzen.

7. READ - Statement:

Name	Position	Bedeutung	Einheit
ZETA1	1 - 10	Widerstandsbeiwert für Bündel- eintritt $\zeta_e \approx 0,5$  $\Delta p_e = 0,5 (\rho_2 w_2^2 (1 + \zeta_e) - \rho_1 w_1^2)$	cm
ZETA2	11 - 20	Widerstandsbeiwert für Bündelaustritt $\zeta_a \approx 0,5$  $\Delta p_a = 0,5 (\rho_2 w_2^2 - (1 - \zeta_2) \rho_1 w_1^2)$	
XSI	21 - 30	Widerstandsbeiwert für 1 Abstands- haltergitter $\xi$  $\Delta p_G = \xi \frac{\rho}{2} w^2$	
SAB	31 - 40	Abstand der Abstandshaltergitter	
VXSI(1)	41 - 50	Multiplikationsfaktoren für XSI	
VXSI(2)	51 - 60	entsprechend VFW im 6. READ -	
VXSI(3)	61 - 70	Statement	
CSTR	71 - 80	CSTR = 1. Strömungsrichtung nach oben = -1. " " unten = 0. " waagerecht	

Die Größen SAB und VXSI(i) brauchen nicht angegeben zu werden,  
wenn XSI = 0 gesetzt wird.



8. Read- Anweisung, FORMAT (7G10.3):

SAMH      Wärmeleitzahl der Hüllrohre  $\left[ \frac{\text{W}}{\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$

SAMK      Wärmeleitzahl der Kastenwand  $\left[ \frac{\text{W}}{\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$

SAMBR      Mittlere Wärmeleitzahl des Brennstoff bzw. Steuergröße  
 $\left[ \frac{\text{W}}{\text{cm} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$

SAMBR > 0: Brennstofftemperaturen werden mit dieser Wärmeleitzahl ermittelt. BSD und SGAP brauchen nicht angegeben zu werden.

SAMBR ≤ 0: Brennstofftemperaturen werden nach einem 3-Zonenmodell (Subroutine BZTEMP) ermittelt, BSD und SGAP werden benötigt.

BSD      Relative Brennstoffschmierdichte  $\rho/\rho_{th}$

SGAP      Radiale Spaltweite zwischen Brennstoff und Hülle  $\left[ \text{cm} \right]$

FWK(1) } Faktoren zur Anpassung der Wärmeübergangszahl eines Innne-  
kanals an die Wärmeübergangszahl an der Kastenwand  
FWK(2) } 1: Wärmefluß in das Bündel, 2: aus dem Bündel

Default: FWK(1) = FWK(2) = 1. (s.a. KFK 1997, S. 24)

9. READ - Statement:

Name	Position	Bedeutung	Einheit
FEPS	1 - 10	Multiplikationsfaktor für Eddy Diffusivity $\epsilon$ . $\epsilon$ wird in der FUNCTION TURBU ermittelt, welche vom Benutzer nach Belieben umgeschrieben werden kann.	
WZM	11 - 20	Relative Kühlmittelaustauschgröße <u>pro Spalt</u> bei Rippenabstandshaltern. Gibt an, welcher Anteil des Durchsatzes im Zentralkanal pro cm axiale Länge mit einem Nachbarkanal ausgetauscht wird.  WZM < 0: WZM wird selbstständig nach der Methode von C.B. Moyer ermittelt (SUBROUTINE QMRIP)	cm <sup>-1</sup>
VWZM(1)	21 - 30	Multiplikationsfaktor für WZM in den für das Bündel charakteristischen Austauschspalten:	
VWZM(2)	31 - 40	3 = Spalt an der Kastenwand	
VWZM(3)	41 - 50	2 = Spalt zwischen Rand- und Zentralkanal  1 = Spalt zwischen Zentralkanälen	
HRIP	51 - 60	Rippenhöhe	cm
PRIP	61 - 70	Rippensteigung	cm
NRIP	71 - 80	Anzahl der Rippen am Stabumfang	

Die letzten 3 Größen sind nur anzugeben, wenn WZM nach der Methode von C.B. Moyer ermittelt werden soll (Subroutine QMRIP).

10. READ - Statement:

Name	Position	Bedeutung	Einheit
CNU1	1 - 10	Konstanten für NuBelt- Beziehung:	
CNU2	11 - 20	$Nu = CNU1 + CNU2 \cdot Re^{CN1} \cdot Pr^{CN2} \cdot \left[ \frac{\vartheta_B}{T_w} \right]^{CN3}$	
CN1	21 - 30		
CN2	31 - 40	$\vartheta_B$ = mittlere Kühlmitteltemperatur	
CN3	41 - 50	$T_w$ = Wandoberflächentemperatur	
CDT	51 - 60	Für CN3 = 0 werden die Stoffgrößen für Re und Pr auf folgende Temperatur bezogen: $\vartheta = \vartheta_B + CDT (T_w - \vartheta_B)$	
HØX	61 - 70	Wärmedurchgangszahl der Oxydschicht auf Hüllrohroberfläche	$\frac{W}{cm^2 \text{ } ^\circ C}$
HGAP	71 - 80	Wärmeübergangszahl im Spalt zwischen Brennstoff und Hüllrohr	$\frac{.W}{cm^2 \text{ } ^\circ C}$

11. Read- Anweisung, FORMAT (8(2I5)):

- IR(1) In dieser Anweisung können die Indizes von  
 IU(1) max. 40 Kanälen angegeben werden, deren Daten  
 IR(2) ausgedruckt werden sollen.  
 IU(2) Die Eingabe für diese Read-Anweisung wird dann als beendet  
 betrachtet, wenn das Programm für ein Element des Feldes  
 IR einen Wert  $\leq 0$  vorfindet. Ist dies bis zum Ende der  
 letzten Karte nicht der Fall, so muß eine Leerkarte hinzugefügt werden, um den Abbruch des Lese-Loops zu erreichen.

Um die Daten dieser Kanäle zu drucken, muß auch das Drucker- Steuervektor- Element ISV(2) = Y gesetzt werden (s.a. 1. Read-Anweisung der Teilblöcke III.i)



(JWL(JS), JZW(JS), JS=1,6), dabei bedeutet:

JWL(JS) = N: Das Nachbarelement der Kastenwandseite JS wird weder berechnet, noch sind dessen Kastenwandtemperaturen mit der Subroutine USERSR vorgegeben worden.

= Y: Die Kastenwandtemperatur des Nachbarelements der Kastenwandseite JS sind verfügbar.

JZW(JS) = 0: Normalfall

= j: Aus Symmetriegründen gelten die Nachbartemperaturen der Kastenwandseite JS auch für die Seite j. Wird nur angegeben, wenn die Temperaturen des Nachbar- elements der Seite j nicht verfügbar sind, d.h. JWL(j) = 0. Auf diese Weise können die Nachbartemperaturen einer Kastenwandseite JS auch mehreren Seiten j zuge- wiesen werden. Dies ist häufig bei dem Zentral-Element nötig. Bei einer Mehrfachzuweisung ist darauf zu achten, daß die Seiten j in aufsteigender Reihenfolge angegeben werden. In nachstehender Tabelle sind für die vorkommenden Symmetriefälle NSY (s. Block I, 2. Read-Anweisung) für das Zentral-Element die richtigen Werte für JWL/JZW ange- geben.

JS NSY	1	2	3	4	5	6
0	Y/2	N/3	N/4	N/5	N/6	N/0
12	Y/2	N/3	N/4	N/5	N/6	N/0
6	Y/3	Y/4	N/5	N/6	N/0	N/0
4	Y/4	Y/3	N/5	N/0	N/6	N/0
2	Y/0	Y/6	Y/5	Y/0	N/0	N/0
1	Y/0	Y/0	Y/0	Y/0	Y/0	Y/0

Die Tabelle gilt für den Fall, daß innerhalb des berechneten Kern-ausschnitts die Kastenwandtemperaturen aller Nachbarelemente des Zentral-Elements verfügbar sind; wenn nicht, muß an den entsprechenden Stellen das Y durch ein N ersetzt werden.

(ISV(J), J=1,10) Drucker-Steuervektor, im einzelnen bedeutet:

ISV(1) = Y ✕: Eine Tabelle mit Kühlmitteldurchsatz, Druckabfall, Core-Austritts-, Bündel-Austritts- und ggfls. max. Hüllrohrtemperatur (bei IAL=1) wird gedruckt.

ISV(2) = Y ✕: Kanaldaten der Teilkanäle werden ausgedruckt, die in der 11. Read-Anweisung des Blocks II angegeben sind.

ISV(3) = Y ✕: Kanaldaten des höchstbelasteten Teilkanals werden ausgedruckt (zusätzlich zu den Kanälen von ISV(2)).

ISV(4) = Y ✕: Tabelle mit Kühlmitteltemp. der Rand- und Eckkanäle wird ausgegeben.

ISV(5) = Y ✕: Tabelle mit Temperaturen der Kastenwand wird ausgegeben.

ISV(6) = Y ✕: Tabelle mit Temperaturen des Spaltes zwischen den Elementen wird ausgegeben.

ISV(7) = Y ✕: Tabelle mit Temperaturen der Nachbarkastenwände wird ausgegeben, jedoch erst ab dem zweiten Kerniterationsschritt.

ISV(8) = Y ✕: Eingabeblock II des betr. Elementes wird aufgelistet

ISV(9) = Y ✕: die Tabelle bei ISV(1) wird für jeden Schritt der Element-Iteration<sup>1)</sup> ausgedruckt.

ISV(10) = Y ✕: Diverse Internas werden ausgedruckt.

Alle über den Drucker-Steuervektor ISV anzufordernde Daten werden normalerweise nur für den letzten Schritt der Kerniteration ausgedruckt. Soll bei jedem Iterationsschritt gedruckt werden, so ist statt der Zeichenfolge Y ✕ die Folge YY anzugeben.

---

1)

Element-Iteration: Iteration zur Erreichung eines konstanten Druckabfalls in allen Teilkanälen des Elementes, sowie zur Anpassung an die vorgegebene AuslegungsgröÙe.

## 2. Read-Anweisung, FORMAT (G10.3,I10,G 10.3):

ALG Bedeutung entsprechend IAL

- IAL = 1: ALG = max. nom. Hüllrohrtemp.  $[^{\circ}\text{C}]$   
 = 2: ALG = max. nom. Kühlmitteltemp.  $[^{\circ}\text{C}]$   
 = 3: ALG = mittlere Kühlmittelaustrittstemp.  $[^{\circ}\text{C}]$   
 = 4: ALG = Bündeldruckverlust  $[\text{ata}]$   
 = 5: ALG = Kühlmitteldurchsatz  $[\text{gr/s}]$

IAL kann in der 2. Read-Anweisung des Blockes II für alle Stabbündel des betreffenden Types vordefiniert werden.

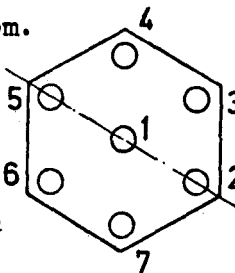
THCMAX Max. nom. Kühlmitteltemperatur; kann für IAL=1 als Schätzwert vorgegeben werden, um Rechenzeit zu sparen.

Eine der 5 Größen, die der Variablen ALG zugeordnet werden, bestimmen indirekt oder direkt den Kühlmitteldurchsatz der betr. Kernposition, sie werden deshalb auch Auslegungsgrößen des Elements genannt. Diese Daten werden benutzt, um den 1. Rückkopplung-Block am Beginn einer THESYS-THEODRA-Iteration zu erstellen.

Wird die Leistungsverteilung über die Datei SLDAT (auf FTO4FO01) angeliefert (SLDAT = YES in der 3. Read-Anweisung des Blockes II), so werden für den Unterblock III.i keine weiteren Daten mehr erwartet, ansonsten folgt zumindest die nächste Read-Anweisung:

## 3. Read-Anweisung, FORMAT (7G10.3):

- CHIM(1) Stableistungen  $[\text{W/cm}]$  für den Zentralstab und die 6 Eck-  
 CHIM(2) stäbe für die Querschnittsebene des Bündels mit der nom. höchsten Stableistung. Reihenfolge der Stäbe nach Abb. Diese 7 Leistungswerte bilden Stützpunkte einer zweidimensionalen Leistungsfunktion, die unter Verwendung 6 einer axialen Formfunktion für alle Querschnittsebenen  
 CHIM(7) des Bündels programmintern ermittelt wird.



Soll die axiale Leistungsformfunktion als cosinusförmig angenommen werden ( $\text{PHIAX} \geq 0$  in der 2. Read-Anweisung des Blocks II), so wird die folgende Read-Anweisung nicht ausgeführt!

#### 4. Read-Anweisung, FORMAT (8G10.3):

NSLC            Anzahl (Integer) der folgenden Stützwerte der axialen  
CHZCHM(1)      Leistungsformfunktion.  
CHZCHM(2)      CHZCHM(j): Auf 1 normierte relative Stabileistung der  
                 Spaltstoffzone. Diese Werte müssen mindestens für jede  
                 axiale Rechenmaschengrenze angegeben werden ( $\text{NSLC} \geq$   
                  $\text{NTC}+1$ ). Bei gleichmäßiger axialer Aufteilung kann NSLC  
                 ansonsten beliebig sein (jedoch  $\leq 60$ ). Zu bevorzugen  
                 ist:  
  
                  $\text{NSLC} = k \cdot \text{NTC} + 1 \quad k = 1, 2, 3, \dots$  (NTC: 4.Read-Anweis. im  
                 Block I).  
                 Bei ungleichmäßiger axialer Aufteilung (Feld Z in der  
                 4. Read-Anweisung des Blockes I) muß sein:  
CHZCHM(NSLC)  $\text{NSLC} = \text{NTC} + 1$

#### 4.2.1 Korrektur-Teilblöcke:

Mit Hilfe von Korrektur-Teilblöcken können einzelnen Teilkanälen und Stäben beliebige<sup>1)</sup> Werte zugewiesen werden. Im einzelnen sind dies: Kühlmittelflächen und hydraulische Durchmesser für die Teilkanäle und Leistungsfaktoren für die Stäbe. Die Korrekturblockdaten überschreiben die Werte, die das Programm aufgrund der Standardeingabe sich ermittelt.

Korrekturblockdaten können Stabbündeldata generell überschreiben, oder auch nur bei einer einzelnen Kernposition i. Der Korrektur-Teilblock ist dementsprechend am Ende der Blöcke II.1 bzw. II.2 oder aber am Ende des Blocks III.i in die Standardeingabe einzufügen.

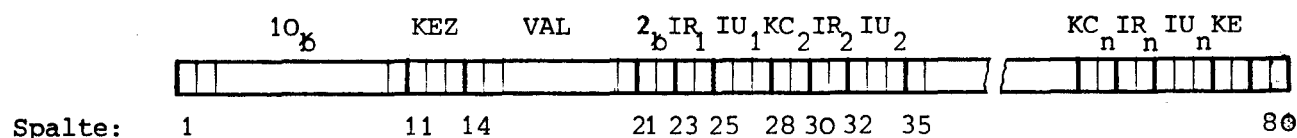
Ein Korrektur-Teilblock besteht aus einer oder mehreren Korrekturkarten. Eine

---

1) Bei den Teilkanaldata sollte jedoch bedacht werden, daß z.B. zur Berechnung von Mischraten, Reibbeiwerten und Wärmeübergangszahlen die "Normal-Kanal"-Daten der Standardeingabe verwendet werden.



Korrekturkarte hat folgendes Aussehen:



Die Korrekturkarte wird mit folgendem Format gelesen:

FORMAT(A10,A3,G7.1,8(A2,I2,I3),A2)

#### Bedeutung der Korrekturkarten-Variablen:

KEZ kennzeichnet den Kartentyp

KEZ = 'CST': Karte enthält einen Leistungsfaktor (Variable VAL)

KEZ = 'FKK': " " eine Teilkanalfläche (Variable VAL)

KEZ = 'DHK': " " einen hydr. Durchmesser (Variable VAL)

VAL Leistungsfaktor, Teilkanalfläche  $[cm^2]$  oder hydraulischer Durchmesser  $[cm]$  eines Teilkanals je nach KEZ.

IR<sub>j</sub> } Indizes der betroffenen Brennstäbe oder der betroffenen  
IU<sub>j</sub> } Teilkanäle. Bis zu 8 Index-Paare können auf einer Karte  
angegeben werden ( $1 \leq n \leq 8$ ).

KC<sub>j</sub> Trennzeichen oder Verbindungszeichen zwischen Index-Paaren

KC<sub>j</sub> enthält ein "Komma": Trennzeichen

KC<sub>j</sub> " " "Minus": Verbindungszeichen. Der Wert VAL wird  
allen Stäben bzw. Teilkanälen IR<sub>j-1</sub>, IU<sub>j-1</sub> bis IR<sub>j</sub>, IU<sub>j</sub> zuge-  
ordnet.

KE Endzeichen der Korrekturkarte oder Endzeichen des Korrektur-Teil-  
blocks

KE enthält "Blanks": Ende der Korrekturkarte, weitere Korrekturkarte  
folgt.

KE enthält einen "Punkt": Ende des Korrektur-Teilblocks.

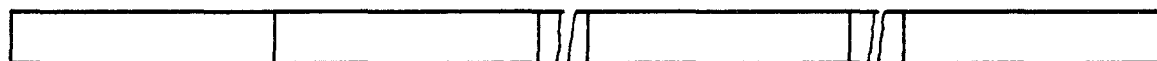
#### 4.3 Beschreibung der verwendeten Dateien

##### Die Datei SLDAT:

Die Datei SLDAT enthält die Stabileistungsverteilung für den betrachteten  
Kernausschnitt. SLDAT kann mit dem Modul THELVU hergestellt werden. Für  
THESYS ist SLDAT eine Eingabedatei. Die Stabileistungen können jedoch auch  
über die normale Karteneingabe eingegeben werden, SLDAT wird dann nicht be-

nötigt.

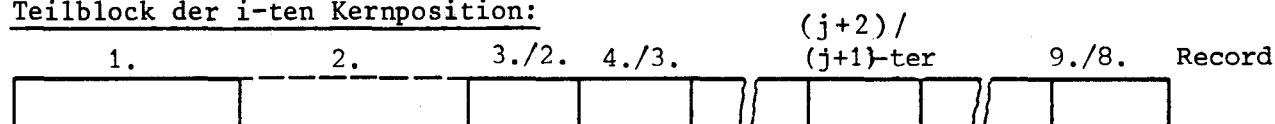
Die Datei SLDAT besteht aus n gleichartigen Teilblöcken, die jeweils die Daten einer Kernposition enthalten:



Gezählt wird in "Hexagon-Normalfolge". Nur für Kernpositionen, für die THESYS Temperaturberechnungen vornimmt, muß ein Teilblock vorhanden sein.

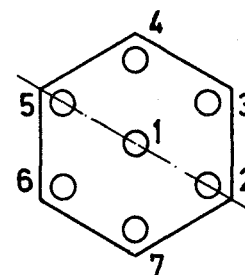
Jeder Teilblock besteht aus 8 oder 9 Records.

Teilblock der i-ten Kernposition:



Allgem. Daten Ax.Koordinaten Stableistungsdaten für den (optional) 1. 2. j-ten 7. Stab  
Die axialen Koordinaten der in den nachfolgenden Records enthaltenen Stableistungsdaten müssen nicht vorhanden sein. Bei ihrem Fehlen wird angenommen, daß die Stableistungspunkte die axialen Bündelbereiche (unterer axialer Brutmantel, Spaltstoffzone und oberer axialer Brutmantel) jeweils gleichmäßig aufteilen. Das heißt, die axialen Koordinaten sind dann indirekt auch vorgegeben.

Die Stableistungsdaten werden für den Zentralstab und die 6 Eckstäbe des betreffenden Stabbündels jeweils in einem Record angegeben. Die Stäbe werden wiederum in "Hexagon-Normalfolge" gezählt (s.a. Skizze).



Allgemeine Daten:

IR	I4	} Hex-Koordinaten der i-ten Kernposition
IU	I4	
IPØS	I4	IPØS = i
NST	I4	Stabzahl des Bündels
NSLC	I4	Anzahl der axialen Leistungswerte für die Spaltstoffzone
NSLBU	I4	" " " " " den unteren ax. Brutmantel
NSLBØ	I4	" " " " " oberen ax. Brutmantel
IAX	I4	IAX = 0: Record mit axialen Koordinaten fehlt
		IAX > 0: " " " " ist vorhanden

Achtung: Zur Zeit ist erforderlich: NSLBU = NSLBØ

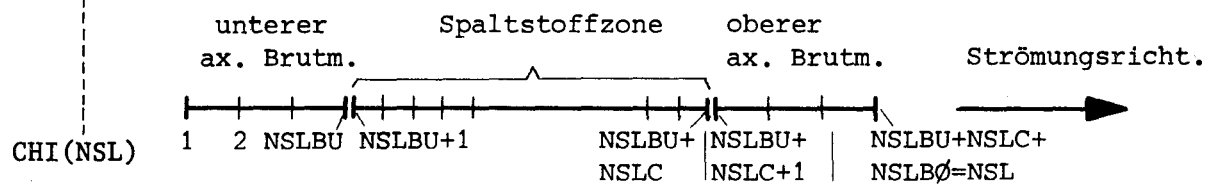
### Axiale Koordinaten:

Dieser Record ist nur für  $IAX > 0$  im vorgehenden Record vorhanden.

ZSL(1) Relative axiale Koordinaten  $[cm]$  für die nachfolgend  
 ZSL(2) Stableleistungsdaten angegeben werden (für jede Koordinate  
 1 Wert, auch für Begrenzungsebenen zwischen Spaltstoff-  
 zone und Brutmantel, s.a. nachfolgende Beschreibung der  
 Stableleistungsdaten).  
 ZSL(KSL) ZSL(1) = 0  
 KSL = NSLC: Ohne axialen Brutmantel  
 KSL = NSLC + NSLBU + NSLBØ - 2: mit axialem Brutmantel

### Stableleistungsdaten für den j-ten Stab:

CHI(1) Stableleistungen  $[W/cm]$  für die axialen Koordinaten  
 CHI(2) in aufsteigender Reihenfolge. Normalerweise ergibt sich  
 folgende Anordnung:



Für die Begrenzungsebenen zwischen der Spaltstoffzone und den Brutmänteln sind stets 2 Stableleistungswerte vorhanden, für jeden Bereich jeweils ein Wert. Die Werte für die Brutmäntel können auch völlig fehlen (wenn kein axialer Brutmantel berücksichtigt wird). Dann ist  $NSLBU = NSLBØ = 0$  und die obige Anordnung vereinfacht sich sinnentsprechend.

Allgemeine Bedingung:  $NSL \leq 60$

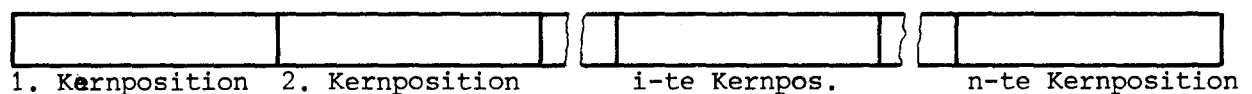
Anmerkung: In THESYS werden die axialen Rechenmaschenbegrenzungen (Rechenebenen) so gewählt, daß die Koordinaten dieser Ebenen mit Koordinaten von Stableleistungswerten übereinstimmen. Werden für einen Bündelbereich mehr Stableleistungswerte angeliefert als Rechenebenen vorhanden sind (bedingt durch die Eingabe-Variablen NBLU, NTC und NBLØ, 4. Read-Anweisung im Block I), so versucht THESYS die Rechenebenen so anzuordnen, daß den Rechenmaschen zwischen den Ebenen eine gleiche Anzahl von Stableleistungswerten zugeordnet werden kann. Dies ist nur möglich, wenn z.B. in der Spaltstoffzone gilt:  $NSLC = k \cdot NTC + 1$  und k ganzzahlig ist. Solche Anordnungen sind zu bevorzugen, da sonst die letzte

Rechenmasche eines Bereiches an die verbleibenden Stableistungswerte angepaßt wird und dadurch gewisse Ungleichmäßigkeiten entstehen.

Zweck dieser Regelung: Man ist in THESYS mit der Rechenmaschenaufteilung weitgehend unabhängig von der Aufteilung der Diffusionsrechnung.

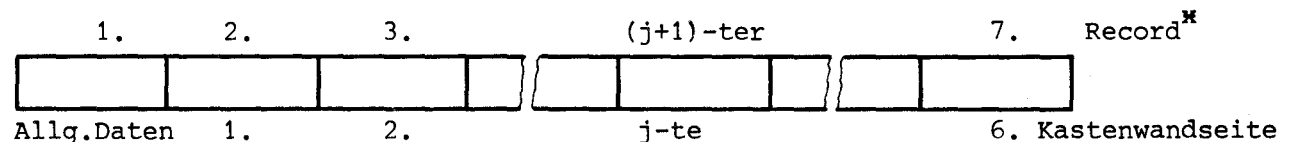
#### Die Datei KASPA:

Die Datei KASPA enthält die Temperaturen der Kastenwand- und Spaltmaschen des untersuchten Kernausschnitts. Die Datei besteht aus n gleichartigen Teilblöcken, die jeweils die Daten einer Kernposition enthalten:



Gezählt wird in "HEXAGON-Normalfolge". Für jede Kernposition, die innerhalb des betrachteten Kernausschnitts liegt, ist ein Teilblock enthalten; d.h. auch für Leerpositionen, der Teilblock enthält dann Dummy-Daten. Jeder Teilblock besteht aus 7 Records.

#### Teilblock der i-ten Kernposition:



#### Allgemeine Daten:

IR	I4	} Hex-Koordinaten der i-ten Kernposition
IU	I4	
IPØS	I4	IPØS = i
N	I4	Anzahl der Kastenwand- bzw. Spaltmaschen auf einer Kastenwandseite
KK	I4	Anzahl der axialen Rechenmaschen plus 1

NG, (A(I), I=1, NG+1) Interne Daten

\*)

Ein Record wird durch eine Write-Anweisung geschrieben und muß deshalb durch eine Read-Anweisung gelesen werden. Diese Read-Anweisung braucht nur einen Teil der Record-Daten zu übertragen. Die nächste Read-Anweisung beginnt jedoch stets mit der Übertragung der Anfangsdaten des nächsten Records.

Daten der j-ten Kastenwandseite:

Dieser Record enthält die Daten von 3 Temperaturfeldern in folgender Reihenfolge:

(TWS(K,I),K = 1, KK), I=1,N)

(TSP(K,I),K = 1, KK), I=1,N)

(TSCH(K,I),K = 1, KK), I=1,N)

Diese Daten sind (mit einer Ausnahme) Temperaturen der Maschenmittelpunkte

TWS = Temperaturen der Wandmaschen

TSP = Temperaturen der Spaltmaschen

TSCH = Interne Temperaturdaten

K = Index der axialen Koordinate

I = Index der Umfangsrichtung auf der j-ten Kastenwandseite (Abb. 7)

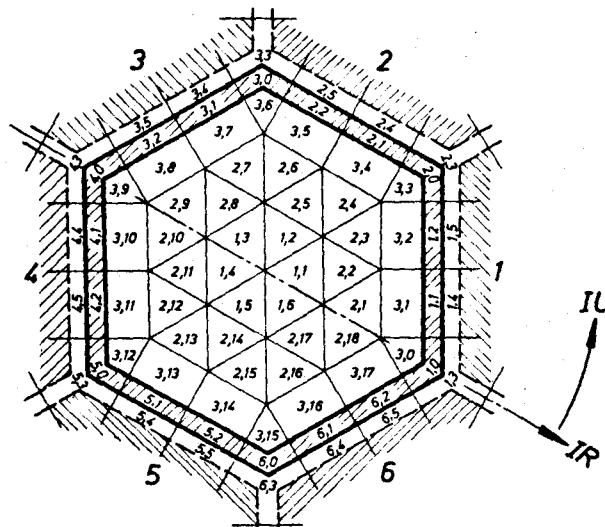
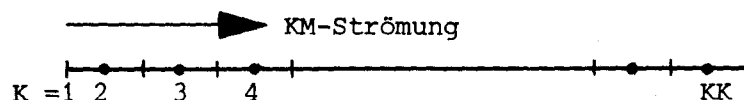


Abb. 7: Bezugssystem der Teilkanalmaschinen (innen) und der Wand/Spaltmaschinen (außen).

Achtung: Unter dem Index K=1 sind Temperaturdaten der Bündeleintrittsebene abgespeichert. K=2 kennzeichnet den Mittelpunkt der 1. Rechenmasche, K=3 den der 2. Rechenmasche, usw.



Die Datei KASPA wird unformatted auf den File FT08F001 ausgegeben. Dabei werden BACKSPACE-Anweisungen ausgeführt, d.h. die Datei muß explizit vorhanden sein (DUMMY im Operandenfeld der DD-Karte nicht möglich), da BACKSPACE auf eine DUMMY-Datei zu einem Endlos-Loop des Betriebssystems führt.

Die Datei USERSR:

Behandlung von Leerpositionen

Mit THESYS können zur Zeit nur Brenn- und Brutelemente in die Rechnung einbezogen werden. Regelstabpositionen und dgl. bilden sogenannte Leerpositionen. Bei der Temperaturberechnung von Kastenwandseiten die solchen Positionen benachbart sind, und auch bei Kastenwandseiten, die die äußere Begrenzung des Kernausschnitts bilden, wird angenommen, daß die (gedachten) Nachbarkastenwände dieselben Temperaturen haben, wie die betrachteten Kastenwandseiten selbst (d.h. adiabatische Begrenzung).

Um dem Benutzer die Möglichkeit zu geben, selbst die Wandtemperaturen solcher Leerpositionen einzugeben, wurde folgende Regelung eingeführt:

In die THESYS - Eingabe ist für die betreffende Leerposition ein Teilblock III.i an der (durch die Hex-Koordinaten der Position) vorgeschriebenen Stelle einzufügen. Die erste Karte dieses Teilblocks wird wie üblich durch die erste Read-Anweisung dieser Teileingabe eingelesen. Über die Eingabevariable ILB dieser Read-Anweisung ist dem Programm mitzuteilen, daß die betreffende Position eine Leerposition ist, für die der Benutzer die Randtemperaturen vorgeben wünscht. Dies wird durch Setzung von  $ILB \geq 3$  erreicht. THESYS übergibt darauf für diese Kernposition die Kontrolle an die Subroutine USERSR, mit der der Benutzer die gewünschten Temperaturen eingeben kann. Diese Temperaturen werden dann an die richtige Stelle und mit der richtigen Struktur in die Datei KASPA eingefügt.

An die Routine USERSR werden alle Größen der ersten Teilblockkarte übergeben. Für THESYS selbst sind nur die Variablen IR, IU und ILB von Bedeutung. Die übrigen Variablen und auch der konkrete Zahlenwert von ILB können also nach beliebiger Benutzervereinbarung in der Routine USERSR zur selbstprogrammierten Temperaturermittlung herangezogen werden.

Darüber hinaus können auf diese erste Teilblockkarte noch beliebig viele weitere Datenkarten folgen, die nach freier Vereinbarung mit Daten belegt sein können. Das Ende des Teilblocks ist durch eine spezielle Endkarte anzuzeigen, die ab Spalte 9 die Zeichenkette BLOCKEND enthält. Diese Endkarte muß stets einen Teilblock für eine Leerposition abschließen. Die Datenkarten zwischen erster und letzter Karte werden im Kartenformat auf den File FT30FOO1 geschrieben. Sind solche Karten vorhanden, ist also eine betreffende DD-Karte den JCL-Anweisungen beizufügen. Von diesem File aus kann der Benutzer in der Routine USERSR die Datenkarten mit eigenen Read-Anweisungen wieder einlesen und die erhaltenen Daten in eigener Verantwortung weiterverarbeiten.

Die Routine USERSR ist soweit vorprogrammiert, daß nur noch sukzessive für die 6 Kastenwandseiten (Loop I=1,6) die Temperaturfelder TWS (Kastenwand) und TSP (Spalt) zu füllen sind. Die Felder TWS und TSP sind unter der Datei KASPA näher beschrieben.

Beispiel eines Teilblocks für eine Leerposition:

Spalte 1	5/IR	10/IU	15/ILB
Variable	2	4	3
		freie Datenkarten (nur wenn gewünscht)	
		BLOCKEND (Spalte 9 - 16)	

### Die Datei KUKA:

Die Datei KUKA enthält die Kühlkanaltemperaturen des untersuchten Kernausschnitts. Die Datei besteht aus einem Teilblock mit allgemeinen Daten und n gleichartigen Teilblöcken, die jeweils die Daten einer Kernposition enthalten:



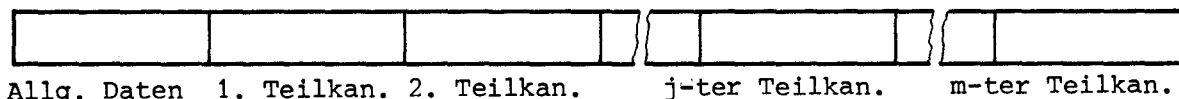
Gezählt wird in "HEXAGON-Normalfolge". Nur für Kernpositionen, für die THESYS eine Temperaturberechnung vornimmt, ist ein Teilblock vorhanden.

### Allgemeine Daten:

DSNK	R8	8-Byte-Wort mit Dateiname ('KUKA')
DAT	R8	8-Byte-Wort mit Erstellungsdatum (z.B. '28.02.74')
ZEIT	R8	8-Byte-Wort mit Erstellungsuhrzeit (z.B. '14.48.05')
INFØ	I4	80-Byte-Feld mit Kommentarkarte des Eingabeblocks I
NBE	I4	Anzahl der Brennelemente im betrachteten Kernausschnitt
NBR	I4	" " Brutelemente " " "
THE	R4	Kühlmitteleintrittstemperatur $[^{\circ}\text{C}]$

### Teilblock der i-ten Kernposition:

Dieser Teilblock ist in sich genau so wie die Gesamtdatei strukturiert. Der allgemeine Teil enthält Daten der betreffenden Kernposition, auf den m gleichartige Teilblöcke mit den Daten der in Teilkanäle dieser Kernposition folgen:



Die Daten dieser Teilblöcke stehen jeweils in einem Record.

### Allgemeine Daten:

IR	I4	} Hex-Koordinaten der i-ten Kernposition
IU	I4	
ILB	I4	Kenngröße des betreffenden Kernbereichs ILB=1: Spaltstoffzone ILB=2: rad. Brutmantel
NZBE	I4	Anzahl der repräsentierten Kernpositionen des Gesamtkerns
NST	I4	Stabzahl des Stabbündels

NGES	I4	Anzahl der Teilkanäle im Stabbündel
KK	I4	Anzahl der axialen Rechenebenen im Stabbündel
KUBE	I4	Axialer Index der Eintrittsebene des unteren ax. Brutmantels
KCE	I4	" " " " der Spaltstoffzone
KCA	I4	" " " Austrittsebene " "
KOBA	I4	" " " " des oberen ax. Brutmantels
GGES	R4	Kühlmitteldurchsatz im Stabbündel $\frac{\text{gr}}{\text{s}}$
ETP2Q	R4	Mittlere spez. Austrittsenthalpie $\frac{\text{Ws}}{\text{gr}}$
TH2Q	R4	Mittlere Austrittstemperatur $^{\circ}\text{C}$
P2	R4	Austrittsdruck $\frac{\text{ata}}{\text{ata}}$
(Z(K),K =1,KU)	R4	Koordinaten der axialen Rechenebenen $\frac{\text{cm}}{\text{cm}}$

Daten des j-ten Teilkanals:

IKR	I4	Ring- und Umfangsindex des j-ten Teilkanals
IKU	I4	(s.a. Abb. 7, Seite...)
(TH(K),K=1,KK)	R4	Mittlere Kühlmitteltemperaturen für die KK axiale Rechenebenen $^{\circ}\text{C}$
(TWA(K),K=1,KK)	R4	Hüllrohräußentemperaturen für die KK axiale Rechen- ebenen $^{\circ}\text{C}$
(TWM(K),K=1,KK)	R4	Hüllrohrmittentemperaturen für die KK axialen Rechenebenen $^{\circ}\text{C}$
(TWI(K),K=1,KK)	R4	Hüllrohrinnentemperaturen für die KK axialen Rechenebenen $^{\circ}\text{C}$
(TBA(K),K=1,KK)	R4	Brennstoffaußentemperaturen für die KK axialen axialen Rechenebenen $^{\circ}\text{C}$
(TBI(K),K=1,KK)	R4	Brennstoffinnentemperaturen für die KK axialen Rechenebenen $^{\circ}\text{C}$

Die Datei KUKA wird unformatted auf den File FT10F001 ausgegeben.



## 5. Statistische Heißstellen- und Leistungsanalyse und Optimierung der Kühlmitteldurchsatzverteilung mit THEDRA

### 5.1 Allgemeines

Das Rechenprogramm THEDRA ist bereits in [4] ausführlich beschrieben. Die in THECA integrierte Programmversion enthält einige Erweiterungen und Verbesserungen, welche im folgenden beschrieben werden.

#### Programmstruktur

Die Programmstruktur wurde im wesentlichen beibehalten. Kleinere Änderungen waren notwendig, um Konsistenz mit den anderen THECA-Modulen zu erhalten. Zu diesem Zweck wurde

- die Indizierung der Brennelemente und der Brennstäbe innerhalb eines Brennelements wie bei THESYS in HEXAGON-Koordinaten [5] durchgeführt,
- die Berechnung des Heißstellenfaktors und der optimalen Brennelement-Austrittstemperaturverteilung (entspricht einer optimalen Reaktorkühlmittelverteilung) wurde verbessert, um die Konvergenz der THESYS-THEDRA Iteration zu beschleunigen (die entsprechenden Größen werden auf File 12 geschrieben).
- die Eingabe teilweise vereinfacht und
- die Option zur Berechnung von "repräsentativen" Teilkanälen eliminiert, da THESYS stets für jeden Teilkanal eines Brennelements die Temperaturverteilung liefert (dies brachte eine deutliche Vereinfachung des Programms).

#### Brennstofftemperatur- und Leistungsanalyse

Bisher konnte THEDRA für den Brennstoff lediglich die zu erwartende maximale Temperatur berechnen. Diese Berechnung wurde nur sehr vereinfacht durchgeführt, nämlich auf der Basis eines linearen Zusammenhangs zwischen der spezifischen Brennstoffleistung und des radialen Temperaturabfalls im Brennstoff. In Wirklichkeit steigt der Temperaturabfall nicht so stark wie die Leistung, da sich das Wärmeleitverhalten des Brennstoffs bei höheren Temperaturen durch Porenwanderung und Zentralkanalbildung verbessert.

Der quantitative Betrag dieser Verbesserung kann im Rahmen dieser Analyse nicht erfaßt werden. Um diesen Effekt wenigstens tendenzmäßig zu erfassen, wurde in die Eingabe ein einfacher Korrekturfaktor (CPOW) eingeführt, mit dem die Steigerungsraten des Temperaturfalls multipliziert werden. Jedoch bleibt auch diese Methode wegen mangelnder Genauigkeit unbefriedigend.

Die soeben angesprochene Problematik läßt sich umgehen, wenn anstelle einer Brennstofftemperaturanalyse eine Stabileistungsanalyse durchgeführt wird. Eine maximale Stabileistung scheint sich als Versagenskriterium sogar besser zu eignen als eine maximale Brennstofftemperatur: Brennstabbestrahlungsexperimente sind mit der Stabileistung einfacher zu korrelieren als mit der Brennstoffzentraltemperatur.

Deshalb wurde für den Brennstoff als zweite Option eine Stabileistungsanalyse eingeführt. Das Rechenverfahren ist ähnlich wie bei der bisherigen Temperaturanalyse. Entsprechend dazu werden "lokale" und "globale" Leistungsunsicherheiten unterschieden. Jedoch müssen jetzt nur solche Unsicherheiten erfaßt werden, die sich auf die Stabileistung auswirken. Die Stabileistungsanalyse wird in den Subroutinen LEIST und HOTLS durchgeführt. Mit den Routinen CHINO, CHIN 1, CHIN 2 und CHIF wird die von THESYS erstellte Data File 11 mit Stabileistungskoeffizienten (Koeffizienten einer Polynomfunktion zweiten Grades) eingelesen und zu Stabileistungswerten umgerechnet.

Bei der Leistungsanalyse berechnet THEDRA:

- die maximale Stabileistung  $\hat{\chi}$  als Funktion der Wahrscheinlichkeit, daß  $\hat{\chi}$  an keiner "Stelle" des Kerns überschritten wird,
- die zu erwartende Anzahl von Stellen, Stäben und Brennelementen in welchen  $\hat{\chi}$  überschritten wird, falls  $\hat{\chi}$  überhaupt irgendwo überschritten wird,
- für eine vorgegebene Gesamtwahrscheinlichkeit für das Überschreiten eines bestimmten  $\chi$  Korrekturfaktoren,
- Korrekturfaktoren der Leistungsverteilung, um eine vorgegebene Gesamtwahrscheinlichkeit für das Überschreiten einer bestimmten Stabileistung einzuhalten. Besteht der Reaktorkern aus mehreren Anreicherungs-zonen, so wird für jede Zone ein Korrekturfaktor geliefert, der so berechnet

ist, daß

- die Überschreitungswahrscheinlichkeit jeder Zone gleich groß ist und die gesamte Wahrscheinlichkeit (aller Zonen, also des gesamten Kerns) gleich dem vorgegebenen Wert ist.

#### Verstellbare Drosseln am Brennelementfluß (NDROS)

Für gasgekühlte schnelle Brüter wird zur Erzielung einer hohen Reaktoraustrittstemperatur die Möglichkeit untersucht, durch verstellbare Drosseln am Brennelementfuß den Kühlmitteldurchsatz jedes Brennelements im Betrieb an den jeweiligen Belastungszustand anzupassen. Dazu wird bei jedem Brennelement die mittlere Kühlmittelaustrittstemperatur gemessen und die Drossel so eingestellt, daß die Austrittstemperatur gleich einem vorgegebenen nominellen Wert ist. Auf diese Weise können eine Reihe von Unsicherheiten und Abweichungen kompensiert werden, wodurch sich der Heißkanalfaktor deutlich verringert.

Die jetzige THEDRA-Version kann auch für dieses Konzept eine Heißstellenanalyse durchführen. Dabei wird von folgenden Überlegungen ausgegangen:

- Durch Messung der mittleren Brennelementaustrittstemperatur können nur solche Unsicherheiten kompensiert werden, die das ganze Brennelement betreffen, das sind: Brennelement-, Zonen- und Kernunsicherheiten. Lokale und Teilkanal-Unsicherheiten werden wie üblich behandelt.
- Ein Meßfehler in der mittleren Brennelementaustrittstemperatur kann wie eine Durchsatzunsicherheit behandelt werden, da keine Auswirkung auf die Brennelementleistung vorhanden ist.
- Bei den systematischen Leistungsfaktoren muß der Benutzer in der Programmeingabe angeben, ob sie "lokal" (keine Kompensation durch Drosselverstellung) oder "global" wirken. Bei den statistischen Leistungsunsicherheiten kann das Programm selbst diese Untersuchung treffen.
- Abweichungen und Unsicherheiten des radialen Temperaturabfalls zwischen Brennstoffzentrum und Kühlmittel können durch verstellbare Drosseln nicht kompensiert werden, jedoch wird die Auswirkung auf den Temperatur-

abfall zwischen Hüllrohr und Kühlmittel reduziert, da Kühlmitteldurchsatz und Wärmeübergang miteinander korreliert sind. Dazu die noch folgenden Erläuterungen.

Für die Brennelementaufheizspanne gilt

$$\Delta T_{BE} = \frac{Q_{BE}}{c_p \cdot \dot{m}_{BE}}$$

$Q_{BE}$  ist die thermische Leistung des Brennelements,  $\dot{m}_{BE}$  der Kühlmitteldurchsatz und  $c_p$  die spezifische Wärme des Kühlmittels. Wird  $Q_{BE} > Q_{BE,nom}$  (nominelle Leistung) so wird auch  $\dot{m}_{BE} > \dot{m}_{BE,nom}$  da  $\Delta T_{BE}$  über eine Verstellung der Brennelementdrossel konstant gehalten wird. Eine Abweichung  $\Delta Q$  ergibt also eine dazu proportionale Abweichung  $\Delta \dot{m}$ . Ein positives  $\Delta Q$  erhöht andererseits den radialen Temperaturabfall zwischen Brennstoffzentrum und Kühlmittel. Durch das dann ebenfalls positive  $\Delta \dot{m}$  wird jedoch der Wärmeübergang zwischen Kühlmittel und Hüllrohr verbessert.

Dieser Zusammenhang wird in THEDRA durch die Funktion HCLNT (4), Seite 13) berücksichtigt.

## 5.2 Beschreibung der Eingabe

Die THEDRA-Eingabe kann in 7 Blöcke aufgeteilt werden:

1. Steuergrößen
2. Beschreibung der Aufteilung des Kerns in Rechenzonen
3. Kritische Größen (Temperaturen und/oder Stabileistungen)
4. Systematische Faktoren
5. Physikalische Korrelationen
6. Statistische "Kernunsicherheiten"
7. Sonstige statistische Unsicherheiten

### Block 1: Steuergrößen

Dieser Block enthält 3 Eingabekarten:

#### 1. Karte, FORMAT (20A4):

THEDRA                      freier Kommentar-----  
Spalte 1-8                      Spalte 9 - 80

Diese Karte wird als Überschrift der Ausgabe ausgedruckt

#### 2. Karte, FORMAT (16I5):

NZ      Anzahl der Rechenzonen in die der Kern zur statistischen Heißstellen-  
analyse aufgeteilt wird ( $NZ \leq 50$ ) u. ( $NZ = NBE + NBR$ ).

IB      Steuert die Behandlung des radialen Brutmantels:

IB<0: Brutelemente werden ignoriert ( $NZ = NBE$  in THESYS)

IB=0: in der Rechnung wird nicht zwischen Brenn- und Brutelementen  
unterschieden

IB>0: für Brenn- und Brutelemente wird eine getrennte Analyse durch-  
geführt. Eine Stabileistungsanalyse wird jedoch nur für Brenn-  
elemente durchgeführt

NBU      Anzahl der Blöcke 7 für statistische Unsicherheiten

NBF      Anzahl der Blöcke 4 für systematische Faktoren

- NBT     Anzahl der Blöcke 3 für kritische Größen
- ICB     Der Heißkanalfaktor wird berechnet für  
ICB=0: Max. Kühlmitteltemperatur am Core-Austritt  
ICB=1:     "     "     " Austritt des oberen axialen  
           Brutmantels
- ICL     Festlegung des Ortes der Hüllrohrheißstellen:  
ICL=1: Heißstellen der Hüllrohroberfläche  
ICL=2: Heißstellen der Hüllrohrmitte  
ICL=3: Heißstellen der Hüllrohrinnenseite     } werden analysiert
- IFL     Festlegung des Ortes der Brennstoffheißstellen:     } werden analysiert  
IFL=1: Heißstellen der Brennstoffoberfläche  
IFL=2: Heißstellen des Brennstoffzentrums
- KCH     Steuert den Umfang der Heißkanalanalyse:  
KCH=1: Außer der Auftretungswahrscheinlichkeit für mindestens 1  
         Heißkanal und der Erwartung für das Auftreten  
         von Heißkanälen wird noch zusätzlich  
         - eine Tabelle ermittelt, die als Funktion der Vertrauens-  
           grenze die zu erwartende max. Kühlmitteltemperatur wieder-  
           gibt  
         - und es wird ein Korrekturfaktor für die Reaktoraufheiz-  
           spanne angegeben um die vorgegebene Auftretungswahrschein-  
           lichkeit und Maximaltemperatur zu erreichen.  
  
KCH=0: Diese Zusätze werden nicht berechnet
- KCL     Steuert den Umfang der Hüllrohrheißstellenanalyse:  
KCL=0:     } analog zu KCH  
KCL=1:     }  
KCL=2: Wie KCL=1, nur wird zusätzlich die Kühlmitteldurchsatzver-  
         teilung auf max. Austrittstemperatur optimiert.  
  
Achtung: Für die THESYS-THEDRA-Auslegungsiteration muß KCL=2 gesetzt  
         werden!
- KFL     Steuert den Umfang der Brennstoffheißstellen- bzw. der Stableistungs-  
         analyse:  
KFL=0:     } analog zu KCH  
KFL=1:     }  
KFL=2: Bei der Stableistungsanalyse werden für die einzelnen An-  
         reicherungszonen des Kerns individuelle Korrekturfaktoren

berechnet, d.h. eine Optimierung auf max. Gesamtleistung durchgeführt.

NWRITE = 0: Nominelle Temperatur-Verteilung (von THESYS) wird nicht gedruckt  
= 1: " " " " " " ausgedruckt

NX Hat nur Bedeutung für NWRITE=1:  
Die Referenztemperaturen der ersten NX Teilkanäle werden für jedes Stabbündel ausgedruckt.

NDROS Kenngröße für das "Drosselungskonzept" des Reaktors  
NDROS  $\geq$  0: Die Stabbündel besitzen fest eingestellte Drosseln um den Kühlmitteldurchsatz festzulegen.  
NDROS < 0: Die Stabbündel besitzen verstellbare Drosseln. Diese Drosseln werden kontinuierlich so eingestellt, daß eine vorgegebene mittlere Bündelaustrittstemperatur stets eingehalten wird.

NLEIS bestimmt welche Art der Heißstellenanalyse durchgeführt wird:  
NLEIS < 0: Die Analyse wird für Kühlmittel-, Hüllrohr- und Brennstofftemperatur durchgeführt.  
NLEIS = 0: Zusätzlich wird auch die Stabileistungsverteilung auf Überleistungen untersucht.  
NLEIS > 0: Für den Brennstoff wird nur die Stabileistungsverteilung analysiert.  
NLEIS = 111 Es wird überhaupt nur die Stabileistungsverteilung analysiert (keine Heißkanal- und Hüllrohranalyse).  
NLEIS = 11 Nur die Heißkanal- und Hüllrohranalyse wird durchgeführt.

NSBZ=1: Die Aufteilung des Kerns in Rechenzonen wird von THESYS übernommen. Der Eingabeblock 2 (Zonenbeschreibung) darf nicht angeliefert werden.  
=0: THEDRA benutzt eine eigene Rechenzonenaufteilung. Es werden die THESYS-Zonen in Subzonen unterteilt, um z.B. unterschiedliche Abbrandzustände zu simulieren. Diese Aufteilung wird im Eingabeblock 2 angeliefert.

### 3. Karte, FORMAT (4F10.7):

PRCH Vorgegebene Vertrauensgrenze für das Nichtüberschreiten der ebenfalls vorzugebenden max. Kühlmitteltemperatur (Block 3). Die Ver-

trauensgrenze wird als Verhältnis zur Standardabweichung  $\sigma$  angegeben. D.h.: Wünscht man eine Vertrauensgrenze (confidence level) von  $2\sigma$ , so ist PRCH = 2 zu setzen. Wird PRCH < 0 angegeben, so unterbleibt die Ermittlung eines Korrekturfaktors (s.a. KCH auf der 2. Karte).

- PRCL     Analog zu PRCH für das Nichtüberschreiten der max. Hüllrohrtemperatur
- PRFL     Analog zu PRCH für das Nichtüberschreiten der max. Brennstofftemperatur bzw. Stableistung.
- PRMIN     Steuert den Umfang der Druckausgabe:  
Es werden Zwischendaten für die Kanäle und Stäbe ausgedruckt, deren gesamte Heißstellenerwartung höher als PRMIN ist (z.B. PRMIN = 0.0001. Es werden die Zwischendaten der Kanäle gedruckt, bei denen die Heißstellenerwartung > 0,01 % ist).

#### Block 2: Zonenbeschreibung

Dieser Block ist nur vorhanden, wenn NSBZ = 0 angegeben ist, siehe Block 1.

Für jede der NZ Rechenzonen (Block 1) wird eine Eingabekarte in HEXAGON- Reihenfolge erwartet: (FORMAT (6I5))

- IR           Ringindex     } der Stabbündelposition, die die betreffende Rechen-
- IU           Umfangsindex } zone repräsentiert (s.a. Hex-Koordinaten von HEXAGON)
- ISZ           Anzahl von Unterzonen der Rechenzone IR, IU ( $1 \leq ISZ \leq 3$ ).
- NSASUZ(1) } Anzahl der Stabbündel in den Unterzonen 1, 2 oder 3. Sind weniger
- NSASUZ(2) } als 3 Unterzonen vorhanden, so sind für die nicht vorhandenen Unter-
- NSASUZ(3) } zonen Nullen (oder Blanks) einzugeben.

#### Beispiel:

Das Brennelement auf der Position IR = 2, IU = 0 repräsentiert die 18 BE des betr. Hexagonringes. Davon sind 6 BE frisch eingesetzt, 6 BE haben mittleren Abbrand und die restlichen 6 BE sind abgebrannt.

Um den unterschiedlichen Abbrandzuständen entsprechende Leistungsfaktoren zuordnen zu können, wird die Rechenzone 2, 0 in 3 Unterzonen mit jeweils 6 Brennelementen unterteilt; die Zonenbeschreibungskarte hat folgendes Aus-



sehen:

	2	0	3	6	6	6
Spalte:	5	10	15	20	25	30
Name:	IR	IU	ISZ	NSASUZ(1)	NSASUZ(2)	NSASUZ(3)

Beachte: Rechenzonen sind rein abstrakte Gebilde, sie sollen Stabbündel ähnlicher thermischer Belastung zusammenfassen; diese müssen deshalb nicht, wie im obigen Beispiel, in einem geometrischen Zusammenhang stehen. ( $\sum_I \text{NSASUZ}(I)$  muß gleich NZBE sein, s. Block III in THESYS).

### Block 3: Kritische Größen

Dieser Block hat 2 unterschiedliche Formen, je nachdem ob für den gesamten Kern ein einheitlicher Satz kritischer Temperaturen und Stabileistungen vorgegeben werden soll oder ob bestimmten Gruppen von Zonen und Unterzonen individuelle kritische Größen zuzuordnen sind.

#### a) 1 einheitlicher Satz kritischer Größen, NBT=1 (Block 1, 2. Karte):

##### 1. Karte, FORMAT (8F10.4):

XLFF	Länge einer Heißstelle für den Brennstoff	/ cm /
XLCL	" " " " das Hüllrohr	/ cm /
TC	Kritische Kühlmitteltemperatur	/ °C /
STC	Standardabweichung von TC	/ °C /
CLEIS	Kritische Stabileistung	/ W/cm /

##### 2. Karte, FORMAT (F10.4):

CRTF	Kritische Brennstofftemperatur	/ °C /
CRSTF	Standardabweichung von CRTF	/ °C /
CRTCL	Kritische Hüllrohrtemperatur	/ °C /
CRSTCL	Standardabweichung von CRTCL	/ °C /

b) NBT Sätze kritischer Größen, NBT > 1 (Block 1, 2. Karte):

1. Karte, FORMAT (5F10.4):

XLF	}	wie unter a) beschrieben
XLCL		
TC		
STC		
CLEIS		

Die folgende beschriebene Anordnung ist NBT mal zu wiederholen:

m. Karte, FORMAT (4F10.4):

CRTF	}	wie unter a) beschrieben
CRSTF		
CRTCL		
CRSTCL		

n. Karte (bzw. Kartengruppe), FORMAT (16I5):

N     Anzahl der Zonen bzw. Unterzonen im Reaktorkern für die die mit der  
      **oberen** Read- Anweisung einzulesenden kritischen Größen gelten sollen.

(IR(J), IU(J), JSZ(J), J=1,N)

Beschreibung der N Zonen bzw. Unterzonen

IR(J)	}	Hex-Koordinaten der Rechenzone (d.h. des Stabbündels das für die Zone repräsentativ ist).
IU(J)		

JSZ(J)     Unterzone der betr. Rechenzone. Sind Unterzonen definiert (2.Block),  
so ist für jede Unterzone, in der die betr. kritische Größen gelten  
sollen, die vollständige Unterzonenbeschreibung IR(J), IU(J) und  
JSZ(J) anzugeben. Sind keine Unterzonen definiert, so ist JSZ(J)  
stets 1.

Alle Zonen bzw. Unterzonen des Kerns müssen auf einer dieser Karten angegeben  
sein!

#### 4. Block: Systematische Faktoren

Dieser Block hat wiederum 2 unterschiedliche Formen, je nachdem ob für den gesamten Kern ein einheitlicher Satz systematischer Faktoren gelten soll, oder ob bestimmten Gruppen von Zonen bzw. Unterzonen individuelle Faktoren zuzuordnen sind.

##### a) 1 einheitlicher Satz systematischer Faktoren, NBF=1 (Block 1, 2.Karte):

Block 4 besteht nur aus einer Karte, FORMAT (6F10.4):

- SFC Systematischer Faktor der Aufheizspanne, verursacht durch systematische Abweichungen des Kühlmitteldurchsatzes.
- SFA Systematischer Faktor für den Wärmeübergang Hülle-Kühlmittel. Hier ist nur der Teil, der von Abweichungen des Wärmeübergangs selbst herrührt anzugeben. Die Auswirkung von Durchsatz- und Leistungsabweichungen auf den Wärmeübergang bzw. die Temperaturdifferenz Hülle-Kühlmittel wird programmintern ermittelt.
- SFG Systematischer Faktor für den Wärmeübergang Brennstoff-Hülle
- SFF Systematischer Faktor für den Temperaturabfall im Brennstoff  
Für SFG und SFF gelten die Bemerkungen zu SFA analog!
- SFP Systematischer Faktor für Leistungsabweichungen (z.B. durch unterschiedliche Abbrandzustände).
- SFTA Hat nur Bedeutung für NDROS < 0 (verstellbare Drosseln):  
Systematischer Leistungsfaktor, der jedoch keine Auswirkung auf die Aufheizspanne hat (da der Durchsatz über die verstellbare Drossel entsprechend angepaßt wird). Unter SFP darf, wenn überhaupt, nur der Anteil der Leistungsabweichung angegeben werden, der keine Drosselverstellung zur Folge hat.

Die Bedeutung der einzelnen Faktoren kann man sich leicht verdeutlichen, wenn ihre programminterne Anwendung betrachtet wird: Vor Beginn der statistischen Analyse werden folgende Temperaturdifferenzen mit folgenden Faktoren multipliziert:

- die nominelle Aufheizspanne mit SFC
- die nominelle Temperatur-Differenz Hülle-Kühlmittel mit SFA
- " " " " Brennstoff-Hülle mit SFG
- " " " " im Brennstoff mit SFF
- alle nominellen Temperatur- Differenzen zwischen Kühlmiteleintritt und Brennstoffzentrum mit SFF
- alle nominellen Temperatur-Differenzen außer Aufheizspanne mit SFTA

Die so ermittelten Temperaturen werden Referenztemperaturen genannt.  
Diese Temperaturen sind die Grundlage der statistischen Heißstellen-  
analyse.

b) NBF Sätze systematischer Faktoren, NBF > 1 (Block 1, 2.Karte):

Die folgende Anordnung ist NBF mal zu wiederholen:

m. Karte, FORMAT (6F10.4):

SFC	}	bei Fall a) beschrieben
SFA		
SFG		
SFF		
SFP		
SFTA		

n. Karte (bzw. Kartengruppe), FORMAT (16I5):

N Anzahl der Zonen bzw. Unterzonen im Reaktorkern für die die mit der  
oberen Read-Anweisung einzulesenden Faktoren gelten sollen

(IR(J), IU(J), JSZ(J), J=1,N)

Beschreibung der N Zonen bzw. Unterzonen.

Nähere Einzelheiten, siehe Block 3, Fall b), n. Karte!

### Block 5: Physikalische Korrelationen

Dieser Block besteht aus einer Karte, FORMAT (3F10.4):

EXP } Der Berechnung der Abhängigkeit des Wärmeübergangs Hülle-Kühlmittel  
CONST } wird folgender Zusammenhang ( $\sqrt[4]{\quad}$ , Seite 8) zugrunde gelegt.

CPOW Die lineare Steigerungsrate der Temperatur-Differenz im Brennstoff durch Leistungserhöhung wird mit CPOW multipliziert. Dadurch kann das nichtlineare Verhalten zwischen Stabileistung und Temperaturabfall im Brennstoff näherungsweise berücksichtigt werden.

### Block 6: Statistische Kernunsicherheiten

Dieser Block besteht zunächst aus einer Karte, die den Block beschreibt:

#### 1. Karte, FORMAT (2I5):

K = 1 : Kennzeichnet den Block als Block mit Kernunsicherheiten  
N Anzahl der auf weiteren Karten folgenden Unsicherheiten

#### 2. Kartengruppe mit den N Unsicherheiten

Jede Unsicherheit ist als Standardabweichung anzugeben. Für jede Unsicherheit ist eine Karte, FORMAT (2I5, 10X, 10A4, 10X, F10.4) vorgesehen:

K = K in 1. Karte

I Kennzahl des Unsicherheitentyps entsprechend nachfolgender Tabelle:

KOMM Freies Kommentarfeld für 40 Zeichen um die Unsicherheit zu beschreiben

SDZ Standard-Abweichung der betr. Unsicherheit

Tabelle mit Kennzahlen der einzelnen Unsicherheitstypen

I = 1	Unsicherheit unmittelbar wirkend auf Aufheizspanne (Durchsatz-Unsich.)
2	Unsicherheit unmittelbar wirkend auf den Temperaturabfall Hülle-Kühlmittel
3	" " " " " " in der Hülle
4	" " " " " " Brennstoff-Hülle
5	" " " " " " im Brennstoff
6	" " " " " gesamten Temperaturabfall $(T_{BZ}(X) - \vartheta_E)$ Brennstoffzentrum-Kühlmitteleintritt (d.h. Leistungsunsicherheit). Bei verstellbaren Drosseln auf den Temperaturabfall $(T_{BZ}(X) - \vartheta(X))$ . (X = ax. Koord.).
7	Unsicherheit der Eintrittstemperatur $\vartheta_E$

Alle Unsicherheiten müssen als Standardabweichungen angegeben werden. Die Unsicherheiten für  $I = 7$  werden in  $^{\circ}\text{C}$  erwartet, alle anderen als relativer Wert, umgerechnet auf ihre Auswirkung auf die entsprechenden Temperaturdifferenzen. Wenn zum Beispiel die Unsicherheit der Leistungsmessung 6 % bei einer 3 $\sigma$ -Vertrauensgrenze beträgt, so ist  $\text{SDZ} = 0.02$  und  $I = 7$  zu setzen. Entsprechend den systematischen Faktoren gilt auch hier, daß die Unsicherheiten nur für die Temperaturdifferenzen anzugeben sind, auf die sie unmittelbar wirken; z.B. wird eine Kühlmitteldurchsatz-Unsicherheit nur unter  $I = 1$  angegeben, die Sekundärwirkung auf den Temperaturabfall Hülle-Kühlmittel wird programmintern erfaßt (s. Block 5).

#### Block 7: Sonstige statistische Unsicherheiten

Auch dieser Block hat wiederum 2 unterschiedliche Formen, je nachdem ob für den gesamten Kern ein einheitlicher Satz von statistischen Unsicherheiten gelten soll, oder ob bestimmten Gruppen von Zonen bzw. Unterzonen individuelle Unsicherheiten zuzuordnen sind.

##### a) 1 einheitlicher Satz sonstiger statistischer Unsicherheiten, $\text{NBU}=1$ (Block 1, 2.Karte)

Teilblock 7.1: Zonenunsicherheiten; dieser Teilblock und die folgenden Teilblöcke sind genau so wie der Block 6 aufgebaut, nur ist jetzt  $K = 2$  zu setzen und für SDZ sind diejenigen statistischen Unsicherheiten einzusetzen, die alle Stabbündel einer Rechenzone gemeinsam beeinflussen.

Teilblock 7.2: Stabbündelunsicherheiten;  $K = 3$  und SDZ sind jetzt statistische Unsicherheiten, die alle Teilkanäle eines Stabbündels gemeinsam beeinflußt (z.B. Drosselfehler).

Teilblock 7.3: Kanalunsicherheiten;  $K = 4$ , SDZ sind statist. Unsicherheiten, die alle "Heißstellen" eines Teilkanals gemeinsam beeinflussen (z.B. Stabversetzung).

Teilblock 7.4: Lokale Unsicherheiten;  $K = 5$ , SDZ sind statistische Unsicherheiten, die auf die einzelnen Heißstellen des Kerns (bzw. der angegebenen Unterzonengruppe für  $NBU > 1$ ) in statistisch unabhängiger Weise wirken (z.B. Anreicherung in den einzelnen Brennstofftabletten).

SDZ muß hier bei den lokalen Unsicherheiten als "spezifische Standard Abweichung" d.h. bezogen auf XLF bzw. XLCL angegeben werden  $\sqrt{3}$ .

Bemerkung: Bei verstellbaren Drosseln ( $NDROS \leq 0$ ) wirken die Leistungsunsicherheiten  $I = 6$  der Teilblöcke 7.3 und 7.4 genau wie bei festen Drosseln auf die gesamte Temperaturdifferenz Brennstoffzentrum- Kühlmitteleintritt, da sowohl Übertemperaturen an einzelnen Heißstellen wie auch in einzelnen Teilkanälen nicht durch Messen der mittleren Austrittstemperatur erfassbar und somit auch nicht durch Drosselverstellung kompensierbar sind.

b) NBU Sätze sonstiger statistischer Unsicherheiten,  $NBU > 1$   
(Block 1, 2.Karte)

Die folgende Anordnung ist NBU mal zu wiederholen:

m. Kartengruppe

Diese Kartengruppe entspricht genau dem unter a) beschriebenen Block.

n. Karte (bzw. Kartengruppe), FORMAT (16I5):

N Anzahl der Zonen bzw. Unterzonen im Reaktorkern für die die mit den oberen Read-Anweisungen einzulesenden statistischen Unsicherheiten gelten sollen.



### 5.3 Ausgabebeschreibung für das Programm THEDRA

Diese Ausgabebeschreibung des Rechenprogramms THEDRA erläutert sehr kurz den Umfang der Rechenprogramm-Ausgabe; sie kann in keiner Weise die Grundlagen oder Funktionsweise des Rechenprogrammes ersetzen. Dazu sind von A. Amendola folgende Berichte erschienen: KFK 843 (1968), KFK 1134 (1970), KFK 1284 (1970) und KFK 1507 (1971).

#### 1. Umfang der Rechenprogramm-Ausgabe THEDRA

Vom Rechenprogramm THEDRA wird eine

- Heißstellen-Analyse sowie eine
- Leistungs-Analyse durchgeführt.

Die Ergebnisse beider Analysen werden nacheinander ausgedruckt. Die Reihenfolge der Daten ist in beiden Fällen gleich.

#### 2. Gliederung der Analysen

Die Darstellung der Ergebnisse der Analysen werden unterteilt in:

- A Rechenzonen und Rechen-Unterzonen  
und diese wiederum in
- B Unterkanal-Analyse und
- C Element-Analyse

Die Ergebnisse der Heißstellenanalyse werden nach den kritischen Größen Kanal, Stabhülle und Brennstoff unterschieden.

Zunächst erfolgt wie in der Ausgabe des Thesys-Programmes eine Auflistung der Eingabedaten und zwar

- die allgemeinen Daten und Steuergrößen,
- die kritischen Größen und
- die systematischen Faktoren

Es folgen nacheinander als Eingabe-Protokolle

- die Unsicherheitsangaben mit den dazugehörigen
- relativen Standard-Abweichungen

für die folgenden Unsicherheitsgruppen

- Kern
- Zone
- Brennelement bzw. Brutelement
- Unterkanal und
- örtlicher Bereich

Diese Unsicherheiten sind bestimmten Parametern zugeordnet, wie sie in der Tabelle im Block 6 aufgeführt sind.

### 3. Heißstellenanalyse

Nach dem systematischen Auflisten der Eingabedaten beginnt der Ausdruck der Ergebnisse mit Drucken des Datums und dem Umfang der Heißstellenanalyse.

Die Zonen werden gekennzeichnet durch die übernommenen Daten aus den THESYS Rechenergebnissen

- |                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| - Durchsatz                     | - mittl. Austrittstemp.       |
| - Anzahl der berechneten Kanäle | - Anzahl der Stäbe im BE (BR) |

#### 3.1 Kanal-Analyse

Im Falle, daß die Heißstellenwahrscheinlichkeit  $> PRMIN$ , werden für die Kanal-Analyse sämtliche Daten ausgedruckt :

- die maximale Referenztemperatur, berücksichtigt die systematischen Faktoren,
- die Kanal-Standard-Abweichung,
- die lokale Standard-Abweichung,
- die totale Standard-Abweichung,
- die zu erwartenden Heißstellen im Kanal und
- die Heisskanalerwartung

(bei der Betrachtung nur eines Kanals ist die Heisskanal-  
erwartung gleich der Heißstellenwahrscheinlichkeit).

Für die Weiterführung der Analyse ist es notwendig, eine Aussage über eine gleichwertige "Kanal"-Wahrscheinlichkeitsverteilung zu machen. Die wird eindeutig durch die folgenden Angaben erreicht:

- gleichwertige Anzahl von Heißstellen im Kanal
- Mean - Channel - Equivalent (M - Ch - EQ)
- Standard Deviation - Channel - Equivalent (S - Ch - EQ)

### 3.2 Element-Analyse

Es folgt die Element-Analyse mit folgenden Angaben:

- maximale Referenztemperatur im Bündel
- der dazugehörigen Standardabweichung
- Standard-Abweichungen für die Unsicherheitsgruppen
- Zone und
- Core

Es erfolgt wiederum eine Aussage über die gleichwertige "Brennelement"-Wahrscheinlichkeitsverteilung durch

- gleichwertige Anzahl von Kanälen
- Mean - Subassembly - Equivalent (M - S - EQ)
- Standard Deviation - Subassembly - Equivalent (S - S - EQ)

Die Angaben über das Element werden abgeschlossen durch

- die zu erwartenden Heißstellen und
- die zu erwartenden Heikanle in diesem Element und
- die daraus resultierende Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Heißstellen in diesem Element.

Die Ergebnisse der Element-Analyse werden noch zusätzlich auf die Größe Brennstab übertragen, und zwar wird für jeden einzelnen Stab der Erwartungswert des Auftretens von Heißstellen angegeben.

### 3.3 Analyse im Kernbereich

Damit ist die Analyse im Kanal und Element abgeschlossen. Die Analyse wird jetzt im gesamten Kernbereich mit sämtlichen vorhandenen Brennelementen durchgeführt. Im Falle, daß zusätzlich auch noch Brutelemente berücksichtigt werden müssen, erfolgt eine gesonderte Analyse und Ausgabe.

Es werden die Erwartungswerte im gesamten Kernbereich tabellarisch aufgeführt. Sie gehen aus dem Erwartungswert des untersuchten Einzelelementes durch Multiplikation mit der Anzahl der Elemente, die in einer Subzone zusammenstehen, hervor. Zusätzlich erfolgt die Angabe des totalen Erwartungswertes im Core.

Danach erfolgt eine Übersicht über die errechneten Referenztemperaturen und im Vergleich dazu, die eingegebenen kritischen Temperaturen jeweils für die gewählten Rechenzonen. Die Angaben werden ergänzt durch die Angaben der äquivalenten Größen:

- Mean - Zone - Equivalent (M - Z - EQ)
- Standard Deviation - Zone - Equivalent (S - Z - EQ)

Diese Angaben erfolgen für das gesamte Core für die kritischen Größen Kanal, Hülle und Brennstoff mit Angabe desjenigen Ortes, der die höchste Referenztemperatur besitzt.

Für die kritischen Größen Kanal, Hülle und Brennstoff werden in tabellarischer Form die Überschreitens-Wahrscheinlichkeiten der maximalen Temperaturen für unterschiedliche Vertrauensgrenzen angegeben.

Gleichzeitig werden die Heißstellen-Faktoren angegeben:

$$f_{\text{required}} = \frac{T_{\text{max}}^{\text{probability requir.}} - T_{\text{ein}}}{T_{\text{Referenz}} - T_{\text{ein}}}$$

$$f_{\text{act}} = \frac{T^{\text{krit.}} - T_{\text{ein}}}{T_{\text{Referenz}} - T_{\text{ein}}}$$

Unter Beachtung dieser beiden Faktoren werden folgende Empfehlungen ausgedruckt

- die Temperaturdifferenz ( $T_{\text{Ref.}} - T_{\text{ein}}$ ) kann bzw. muß um einen bestimmten Faktor erhöht oder erniedrigt werden,
- der gewünschte Heißstellen-Faktor wurde erreicht.

### 3.4 Durchsatzoptimierung

Die Heißstellenanalyse wird mit einer Durchsatzoptimierung abgeschlossen. In Iterations-Rechnungen zwischen den Rechenprogrammen THEDRA und THESYS wird der Durchsatz durch die einzelnen Bündel der Rechenzonen so verändert, daß die Heißstellenwahrscheinlichkeit der Hlle in jedem Element gleich groß ist und die mittlere Kühlmittelaustrittstemperatur am Reaktoraustritt ein Maximum erreicht, bei vorgegebener Leistungsverteilung und Eintrittstemperatur.

Zunächst werden in einer Tabelle für die einzelnen Zonen der aus der THESYS-Rechnung ermittelte Durchsatz (FLRT) mit der Austrittstemperatur (TOUT) und aus der THEDRA-Rechnung die Referenztemperatur (RTCS) angegeben.

Aufgrund einer Enthalpiebilanz-Rechnung wird unter Beachtung des oben genannten Kriteriums ein Vorschlag für den neuen Durchsatz (FLRT) gemacht und die um DX veränderte Austrittstemperatur (TOUT) angegeben.

Mit diesen Daten erfolgt eine erneute THESYS-THEDRA-Rechnung bis die Anpassung an die Austrittstemperatur genügend genau oder die Zahl der Iterationsschritte erreicht ist (Angabegren ATHS und NMAX im THEDRA-Block).

#### 4. Leistungs-Analyse

Es folgt in der gleichen Daten-Reihenfolge wie bei der Heißstellenanalyse - allerdings in verkürzter Form - eine Leistungs-Analyse.

Diese Leistungs-Analyse wird unabhängig von der Heißstellenanalyse durchgeführt, bei Iterationsrechnungen THESYS-THEDRA erfolgen keinerlei Rückwirkungen.

Zum Abschluß werden für die unterschiedlichen Anreicherungs-zonen Leistungen bzw. Leistungsfaktoren so umverteilt bzw. angegeben, daß in sämtlichen Zonen die "berleistungs"-Wahrscheinlichkeit gleich gross ist.

##### 5.3.1 Fehler-Message für das Programm THEDRA

Das Programm THEDRA besitzt eine eigene Fehlersuch-Subroutine (MESSER). Dazu werden die Eingabedaten auf ihre Richtigkeit überprüft. Bei Eingabe einer falschen Grsse, wird eine Fehlermeldung ausgedruckt und die Rechnung abgebrochen.

Den auftretenden Fehlermeldungen liegen folgende Bedeutungen zugrunde:

- |         |   |   |            |
|---------|---|---|------------|
| ERROR 1 | : | NZ > 50 oder NZ < 1   | (Block 1.) |
| 3       | : | Entweder NBU oder NBF oder NBT $\leq$ 0   | (Block 1.) |
| 5       | : | ISZ < 1 oder ISZ > 3  | (Block 2.) |
| 6       | : | NBT grösser als die gesamte Anzahl der Subzonen   | (Block 1.) |
| 7       | : | NBF grösser als die gesamte Anzahl der Subzonen   | (Block 1.) |
| 8       | : | NBU grösser als die gesamte Anzahl der Subzonen   | (Block 1.) |
| 9       | : | In einer oder in mehreren Karten der Blöcke 3, 4 oder 7 unter Punkt b) sind die HEXAGON-Koordinaten IR (J), IU (J) nicht richtig angegeben. |            |

- 10 : In einer oder in mehreren Karten der Blöcke 3, 4 oder 7 unter Punkt b) ist (J) entweder  $< 1$  oder grösser als die Anzahl der Subzonen, die dem Element IR (J), IU (J) entsprechen.
- 11 : In Block 3, 4 oder 7 werden für eine Subzone 2 oder mehrere Werte Kritischer Grössen oder Systematischer Faktoren oder Unsicherheiten angegeben.
- 12 : Im Block 3, 4 oder 7 werden für mindestens eine Subzone keine Kritischen Grössen bzw. Systematischen Faktoren bzw. Unsicherheiten definiert.
- 14 : In mindestens einer Karte der Blöcke 6 oder 7 (statistische Unsicherheiten) ist K nicht richtig definiert.
- 18 : Ein durch IR, IU in den Eingabekarten definiertes Element wird im Datenblock KUKA nicht gefunden.
- 19 : Die durch die Eingabekarten definierte Gesamtzahl der Kernelemente entspricht nicht der vom KUKA-Datenblock gelieferten Gesamtzahl von Kernelementen.
- 21 : XLCL oder XLF sind negativ oder so klein angegeben, dass die Anzahl von axialen "Heißstellen" grösser als 300 ist. (Block 3.)
- 23 : In KUKA ist  $NGES > 546$
- 24 :  $ICL < 1$ , oder  $ICL > 3$  oder  $IFL < 1$ , oder  $IFL > 2$  (Block 1.)

Warnungsmeldungen (wie: Precision not obtained) haben keinen grossen Einfluss auf die Richtigkeit der Ergebnisse

## 6. Anwendungsbeispiele

### 6.1 SNR-Rechnung für einen 90°-Kernausschnitt

Für diese Anwendungsrechnung liegen 2 Läufe vor:

- Ein THECA-Lauf, indem zunächst mit THELVU die Stabile Leistungsverteilung ermittelt wird und anschließend mit THESYS 2 Kerniterationsschritte durchgeführt werden.
- Ein THESYS-Lauf, indem THESYS als "stand-alone-code" noch einen 3. Kerniterationsschritt durchführt und die komplette Temperaturverteilung der Teilkanäle ermittelt und auf Band schreibt (Datei KUKA auf FT10FT001).

#### 6.1.1 THECA - Lauf

Dem Compiler wird in Kartenform eine speziell an die SNR-Verhältnisse angepaßte Reibbeiwertfunktion zugeführt. Dadurch wird die Standard-Reibbeiwertfunktion (s. Anhang B) deaktiviert. Durch die gleiche Weise kann bei Bedarf die Standard-Mischratensubroutine durch eine Spezialroutine ersetzt werden.

Das THECA-Steuerprogramm wird durch folgende Linkage-Editor-Steuerungweisung aktiviert:

```
INCLUDE THECLØ (THECA) 1)
```

Die Moduln THELVU und THESYS werden durch die Steuergrößen des THECA-Blocks in der Eingabe aufgerufen.

In diesem Lauf ist noch auf eine allgemeine Besonderheit hinzuweisen:

In den Moduln THELVU und THESYS werden die großen Arbeitsfelder zur Ausführungszeit dynamisch allokiert. Hierzu wird das Assembler-Programm XTAREA aus der GfK.FØRTLIB benutzt. Allerdings scheint jedoch die Speicherplatzfreigabe mit XTAREA nicht zu funktionieren. Dieses Freigeben von Speicherplatz ist jedoch bei mehrmaliger Speicherplatzbelegung, wie es beim Aufruf von THELVU und THESYS geschieht, erforderlich. Deshalb wurde für diesen Lauf auf einen Aufruf von XTAREA verzichtet und der benötigte Speicherplatz wie sonst üblich mit einer DIMENSION-Angabe statisch allokiert.

Hierzu sind in THECA (auch im Hinblick auf die Anwendung auf einen anderen Rechner ohne GfK.FØRTLIB) folgende Vorkehrungen getroffen:

- <sup>1)</sup> Mit INCLUDE LØAD (NAFU) werden die Natrium-Stofffunktionen aus der LOAD.IRE geholt. Entsprechend befinden sich noch in der LOAD.IRE die Member HEFU (Helium) und DAFU (Dampf).



Der dyn. Speicherplatz wird stets relativ zu einem Hilfsfeld mit der Dimension 1 geladen (dieses Hilfsfeld heißt in THELVU SPS und in THESYS F). Auf einfache Weise ist die Anforderung von dyn. Speicherplatz zu umgehen: Die Hilfsfelder werden nicht mit 1, sondern mit der tatsächlich benötigten Größe dimensioniert und können somit als echtes Arbeitsfeld benutzt werden. Um dies dem Programm anzuzeigen, ist auch der im vorhergehenden Statement definierten Variablen NSTRG dieselbe Größe zuzuweisen. Diese Variable dient auch zur Überwachung des Platzbedarfs und sollte deshalb stets genau denselben Zahlenwert wie die Angabe im DIMENSION-Statement aufweisen.

Diese Programmänderungen wurden in dem vorliegenden Lauf in dem MODIFY-Step vorgenommen (s. Modify-Protokoll Seite 83 und 84; 30 000 Speicherplätze werden für THELVU und 50 000 Speicherplätze für THESYS angefordert). Die beiden modifizierten Routinen THELVU und THESYS werden dem Compiler zugeführt, wodurch die entsprechenden Bibliotheksversionen inaktiv bleiben. Allerdings ist unbedingt darauf zu achten, daß die in der Quell-Bibliothek enthaltenen Hauptprogramme von THELVU und THESYS nicht mit compiliert werden (s. Modify DELETE-Anweisung Seite 83 und 84), da sonst das THECA-Hauptprogramm inaktiv werden würde. Die den Moduln THELVU, THESYS und THEDRA zugeordneten Hauptprogramme ermöglichen die Ausführung dieser Programme als "stand-alone-codes". Sie werden dadurch aktiviert, daß der betreffende Modul mit einer INCLUDE-Anweisung direkt geladen wird. Dies wurde in dem nachfolgenden THESYS-Lauf gemacht.

Wird unter THECA auch noch der Modul THEDRA aufgerufen, so empfiehlt sich der Verzicht auf die dynamische Speicherplatzbelegung in THESYS und THELVU noch aus einem weiteren Grund:

Die Einzelmoduln müssen in eigenen Overlay-Segmenten liegen (damit bei mehrmaligem Aufruf mit DATA initialisierte Werte wieder wirksam sind). Dynamisch angeforderter Speicherplatz wird stets hinter das längste Segment gelegt und nicht anschließend an das anfordernde Segment. Da THEDRA keine dynamische Speicherplatzbelegung enthält, ist es natürlich, das bei weitem längste Segment, hinter das nun auch noch der in THESYS oder THELVU angeforderte dynamische Platzbedarf gelegt wird. Ergebnis: Viel größerer Kernspeicherbedarf als eigentlich erforderlich. Wenn alle Moduln ihren gesamten Speicherplatz statisch anfordern, ist dies wenigstens nicht der Fall.

### 6.1.2 THESYS - Lauf

Durch die Linkage-Editor-Steueranweisung

```
INCLUDE THECLØ(THESYS)
```

wird ein kleines Hauptprogramm aktiviert, das den Modul THESYS als "stand-alone-code" aufruft. (Entsprechend würden durch die Angabe THELVU oder THEDRA diese Moduln aufgerufen werden). Da die Eingabe jetzt direkt von THESYS selbst verarbeitet wird, darf sie nur aus dem THESYS-Eingabeblock bestehen.

Wird THESYS (oder auch THELVU) als "stand-alone-code" betrieben, so funktioniert die dynamische Speicherplatzbelegung (der Modify - Step aus Beispiel 6.1.1 erübrigt sich). Die Berechnung von kleinen Stabbündeln benötigt gegenüber großen Bündeln weniger Speicherplatz. Ebenso ist durch eine Reduzierung der axialen Maschenanzahl die Speicherplatzanforderung zu reduzieren. (jedoch evtl. auf Kosten der Rechengenauigkeit). Am Ende jeder Stabbündelberechnung wird der noch frei verfügbare Speicherplatz ausgedruckt.

### 6.2 THECA: THESYS-THEDRA Testbeispiel

Ist die SNR-Rechnung ein Beispiel für eine sehr detaillierte Auslegungsrechnung, so ist die vorliegende Rechnung ein Beispiel für eine sehr stark vereinfachte Kernausslegung: Der gesamte Kern wird lediglich durch 2 Brennelemente repräsentiert, auf eine Erfassung des radialen Brutmantels wird verzichtet. Die Stableistungsverteilung ist direkt in der Karteneingabe enthalten, folglich ist weder die (explizite) Kenntnis der Neutronenflußverteilung erforderlich, noch wird THELVU aufgerufen. Stattdessen wird jetzt eine THESYS-THEDRA-Auslegungsiteration auf zulässige Hüllrohrtemperatur und optimale Kühlmitteldurchsatzverteilung vorgeführt.

Die Stableistungsverteilung wird durch die axialen Maximalwerte des Zentral- und der 6 Eckstäbe (3. Karte der Teilblöcke III.1 und III.2) und eines axialen Leistungsformfaktors (PHIAX=0.8 auf 2. Karte des Teilblocks II.1) vorgegeben. Außerdem ist der Steuergröße SLDAT auf der 3. Karte von II.1 die Zeichenkette NØ zuzuweisen.

Nach dem THESYS-Aufruf wird mit THEDRA eine statistische Heißstellenanalyse der nominellen Temperaturverteilung vorgenommen und versucht die Kühlmitteldurchsatzverteilung auf max. Kernaustrittstemperatur zu optimieren. In

diesem Fall war jedoch bereits die Durchsatzverteilung optimal, die Optimierungsrechnung ergibt praktisch keine Änderung der Kernaustrittstemperatur. Daß sich ein nicht sinnvoller Änderungsbetrag von  $-0.12^{\circ}\text{C}$  ergibt, liegt an numerischen Ungenauigkeiten der THEDRA-Rechnung. Die meisten Iterationsabfragen innerhalb von THEDRA betragen  $1^{\circ}\text{C}$  oder  $0.5^{\circ}\text{C}$ , so daß das Gesamtergebnis natürlich auch nur in dieser Grenze zuverlässig sein kann. Zusätzlich zu den numerischen Ungenauigkeiten sollte beachtet werden [6\_7], daß wesentliche Änderungen der Core-Austrittstemperatur nur dann zu erwarten sind, wenn die statistischen Unsicherheiten nicht in sämtlichen Brennelementen gleich sind ( $\text{NBU} > 1$ ), (s. auch Kap. 5.3).

Nach 2 THESYS-THEDRA Durchgängen ist die implizit eingesetzte Standard-Genauigkeit von  $1^{\circ}\text{C}$  noch nicht ganz erreicht, die Rechnung wird trotzdem beendet, da für die Steuergröße NMAX des THECA-Blocks nur 2 Durchgänge zugelassen wurden. Wird der Rückkopplungsblock auf File 13 über den Rechenlauf hinaus gehalten, so kann die Iteration jederzeit weitergeführt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] K.Doetschmann:  
THESYS - Ein FORTRAN-Programm zur Berechnung der dreidimensionalen Temperaturverteilung in schnellen Reaktorkernen.  
KFK 1997, Juli 1974
- [2] A.Amendola:  
A Statistical Method for Evaluation of Hot Channel Factors in Reactor Design.  
KFK 843, Juli 1968
- [3] A.Amendola:  
Advanced Statistical Hot Spot Analysis.  
KFK 1134, März 1970
- [4] A.Amendola:  
THEDRA - A Code for Thermal Design Reliability Analysis of a Reactor Core.  
KFK 1507, Dezember 1971
- [5] E.G.Schlechtendahl:  
HEXAGON - Eine Systematik zur Behandlung von Problemen in Sechseckanordnungen.  
KFK 1432, Juli 1971
- [6] A. Amendola:  
Optimization of Reactor-Thermal-Design by Statistical Hot Spot Analysis  
KFK 1284 - EUR 3682e (1970)

Anhang A:

Anwendungsbeispiel 1, erster Lauf:

- SNR - Rechnung für einen 90°-Kernausschnitt,
- THECA - Lauf mit THELVU und zwei THESYS Kerniterationsschritten.

```

JOB ORIGIN FROM LOCAL DEVICE=RD2      ,02C.
//IRE720XY JOB (0720,330,P6T2D),BASMER,REGION=480K,TIME=40
/*SETUP DEVICE=2314,ID=GFK009
/*SETUP DEVICE=TAPEA,ID=DVO360
/*SETUP DEVICE=TAPEA,ID=DVO660
/*SETUP DEVICE=TAPEX,ID=DVO670
/*FORMAT PR,DDNAME=SYMSG,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=SYSPRINT,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=FT07F001,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=FT06F001,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*MAIN LINES=3,RELEASE=IRE7203I
//MODIFY EXEC FHG,LIB=IRE,NAME=MODIFY
//G.FT04F001 DD UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DSN=THECDA.IRE720(THELVU),
//          LABEL=(,,,IN),DISP=SHR
//G.FT04F002 DD UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DSN=THECDA.IRE720(THESYS),
//          LABEL=(,,,IN),DISP=SHR
//G.FT07F001 DD UNIT=SYSDA,DSN=J&QUELL,DISP=(,PASS),SPACE=(TRK,25),
//          DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=1680)
//G.FT08F001 DD UNIT=SYSDA,DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=1680),
//          SPACE=(TRK,(10,2))
//G.FT09F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(10,2)),DCB=*.FT08F001
//G.FT10F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,1000)
//G.SYSIN DD *
/*
// EXEC FHCLG,LIB=IRE,PARM.L='MAP,LIST,OVLY',
//          COND.L=(4,LT),COND.G=(4,LT)
//C.SYSIN DD DSN=J&QUELL,DISP=(OLD,DELETE)
//          DD *
/*
//L.SYSLIN DD
//          DD *
/*
//L.SYSLIB DD
//          DD
//          DD
//          DD DSN=THECLO.IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//          DD DSN=LOAD.IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//L.THECLO DD DSN=THECLO.IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//L.LIB DD DSN=LOAD.IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//G.FT01F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),
//          DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=1680) INPUT FOR THELVU
//G.FT02F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),DCB=*.FT01F001 THESYS
//G.FT03F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),DCB=*.FT01F001 THEORA
//G.FT04F001 DD UNIT=TAPEA,VOL=SER=DVO360,DSN=SNRSL.IRE720,LABEL=4,
//          DISP=(OLD,PASS) STABLEIST.-VERT.
//G.FT07F001 DD SYSOUT=A,DCB=*.FT06F001 THECA-OUTPUT
//G.FT08F001 DD UNIT=TAPEA,VOL=SER=DVO660,DSN=SNRKS2.IRE720,LABEL=1,
//          DISP=(OLD,PASS) KASTENW.-TEMP.
//G.FT09F001 DD UNIT=TAPEX,VOL=SER=DVO670,DSN=SNRKS1.IRE720,LABEL=1,
//          DISP=(OLD,PASS) ZW-SP KAST.-TEMP.
//G.FT10F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(50,50)),
//          DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) KUKA-DATEI
//G.FT11F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)),
//          DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) STABLEIST-KOFFF.
//G.FT12F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)),
//          DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) THEORA-RESULTS
//G.FT13F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)) FEEDBACK-BLOCK
//G.FT15F001 DD UNIT=TAPEA,VOL=SER=DVO360,DSN=SNRNF.IRE163,LABEL=3,
//          DISP=(OLD,PASS) THELVU NEUTR.FL.
//G.FT16F001 DD UNIT=TAPEA,VOL=SER=DVO360,DSN=SFISS.IRE163,LABEL=2,
//          DISP=(OLD,PASS) THELVU SPALTQUER.
//G.FT19F001 DD DUMMY THESYS DUMMY-OUTPUT
//G.FT21F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1,1)) THESYS INP-ZW-SP 1
//G.FT22F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1,1)) THESYS INP-ZW-SP 2
//G.FT25F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)) THESYS INP-ZW-SP 3
//G.SYSIN DD *
/*

```

Linkage Editor-Input:

```

F88-LEVEL LINKAGE EDITOR OPTIONS SPECIFIED MAP,LIST,OVLY
      DEFAULT OPTION(S) USED -  SIZE=(114688,32768)
IEW0000      INCLUDE THECLO(THECA)
IEW0000      INCLUDE LIB(NAFU)
IEW0000      ENTRY MAIN
IEW0000      OVERLAY ALPHA
IEW0000      INSERT THELVU,LEDIN,SLDAT,XYBE,XYBER,DAGKO,ADD
IEW0000      OVERLAY ALPHA
IEW0000      INSERT THEDRA,LEGGI,HOTCR,FLOPT,HOTSA,HOTSPT,FACTO,INTERP,CRTSF
IEW0000      INSERT SIGMA,UNCERT,HCLNT,HMHS,MESSER,PCNI,LEIST,CHINO,HOTLS
IEW0000      INSERT COM1,LEIS
IEW0000      OVERLAY ALPHA
IEW0000      INSERT THESYS,INZW,CONTI,USERSR
IEW0000      INSERT THECO,TEDRU,MAXAB,TKVK,EKNL,GEKNL,MAXF
IEW0000      INSERT KASPA,KASPAN,KASPAP,KAWAPR,KASCOP,LVTG,REACSL,PAKO,KAPIK
IEW0000      INSERT OUTPUT,PRINT,KUKAO,INDXK,INDW,INXAT,KANAL,RUJI,GEPO
IEW0000      INSERT QMIMA,QUAPO,QUAINT,TURBU,QMRIP,FWFU,KORREK
IEW0000      INSERT TPE,DPCT,GELS,GELB,GELBKO,AFUNC,WUBGA,BZTEMP
IEW0000      INSERT GEOM,CPOW,THYD,COUT,CQVM,CWFU,KDAT,CPRINT
IEW0000      INSERT HDI,HDV,FLAM,ETA,TGU

```

Compile-Input für Reibbeiwert Routine:

```

ISN 0002      FUNCTION FWFU(RE, IKA)
               C
               C      FUNCTION ZUR ERMITTLUNG DES REIBBEIWERTES
               C
ISN 0003      COMMON/CFWFU/ AF,BF,SZD,WZD,IPCS,ILB
               C
ISN 0004      IF(ILB.EQ.2) GO TO 1
               C      REIBBEIWERT FUER SNR NACH IA
ISN 0006      FWFU=50./RE**0.86+0.0189-374.5/RE**1.5
ISN 0007      RETURN
ISN 0008      1 CONTINUE
               C      REIBBEIWERT FUER RADIALES BLANKET
ISN 0009      FWFU=0.03
ISN 0010      ENTRY FWFUW(RE)
ISN 0011      RETURN
ISN 0012      END

```

```

*****
*                                     *
*               T H E C A           *
*                                     *
* PROGRAMMSYSTEM ZUR THERMO-        *
* HYDRAULISCHEN AUSLEGUNG          *
* SCHNELLER REAKTORKERNE           *
*                                     *
*          STAND VOM JUNI 74        *
*                                     *
* LAUF VOM 23.08.76  23.23 UHR     *
*                                     *
*****

```

## LIST OF INPUT

0000000001111111111222222222233333333334444444445555555556666666667777777778  
 1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CARD 1	THECA	SNR 90 GRD KERNAUSSCHNITT							
CARD 2		3							
CARD 3									
CARD 4	THELVU	SVR 90 GRD KERNAUSSCHNITT, LEISTUNGSVERTEILUNG						CAX=YES	
CARD 5		0 0 10 15 4 16 7 7 28 24							
CARD 6		1 1 1 2 26 12 6 8 7							
CARD 7		0. 0.1674E20 11.565 .79647 169 1.07 91							
CARD 8		1 3 1 1 1 2 1 3 1 1 1 3 1 3							
CARD 9		1 1 0 10 1 3 1 2 1 1 1 2 1 1							
CARD 10		1 2 1 1 1 3 1 5 0 10 1 1 1 2 1 3							
CARD 11		1 4 0 10 1 2 1 6 1 4 1 5 1 6 0 10							
CARD 12		1 5 1 6 1 5 1 4 1 6 1 4 1 5 1 6							
CARD 13		1 4 1 5 1 6 1 4 1 5 1 4 1 6 1 5							
CARD 14		2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9							
CARD 15		2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9							
CARD 16		2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 2 9							
CARD 17		2 9 2 9 2 9 0 12 0 12 2 9 2 9 2 9							
CARD 18		2 9 2 9 2 9 2 9 2 9 0 12 0 12 0 12 2 9							
CARD 19		2 9 2 9 2 9 2 9							
CARD 20									
CARD 21	THESYS	SVR 90 GRD KERNAUSSCHNITT, TEMPERATURVERTEILUNG (EINGABEBLOCK I)							
CARD 22		4 44 38 1 2							
CARD 23		0. 0. 0.							
CARD 24		1 1 16 7 1							
CARD 25		DATEN FUER STABBUENDEL DER SPALTSTOFFZONE: (EINGABEBLOCK II.1)							
CARD 26		10. 377. 169 5							
CARD 27		WL RA OXYD NO YES							
CARD 28		.6049 .79647 0. 0. .6110 .0383 .3027 .457							
CARD 29		96.24 40. 1. 1. 5.E-5 0. -6.5E-4 0.							
CARD 30		0.5 0.5 1.233 16.50 1. .9213 1.658 1.							
CARD 31		0.21 0.21 0.024 1. 1.							
CARD 32		1.5 7. .025 0.8 0.8 0. 0. 1.E10 1.1							
CARD 33									
CARD 34									
CARD 35									
CARD 36		DATEN FUER STABBUENDEL DES RAD. BRUTMANTELS: (EINGABEBLOCK II.2)							
CARD 37		10. 377. 91 5							
CARD 38		WL RA OXYD NO YES							
CARD 39		.95 1.07 6. 2.5 0.5 0.05 .28 .457							
CARD 40		96.24 40. 1. 1. 1.							
CARD 41		0.5 0.5 0.024 1. 1. 1.							
CARD 42		0.21 0.21 0.024 1. 1. 1.							
CARD 43		0. 0. 1. 1. 1. 0.06 60. 6							
CARD 44		7. .025 0.8 0.8 0. 0. 1.E10 1.1							
CARD 45									
CARD 46									
CARD 47		DATEN FUER DIE EINZELNEN KERNPOSITONEN: (EINGABEBLOCK III)							
CARD 48		0 0 1 1 1 Y 4 Y 3 N 5 N 0 N 6 N 0							
CARD 49		22032.0 1 0 1 1 2 Y 0 Y 6 Y 5 Y 0 N 0 N 0							
CARD 50		21746.0 1 1 1 4 Y 0 Y 0 Y 0 N 0 Y 0 Y 0							
CARD 51		21746.0 2 0 1 1 2 Y 0 Y 6 Y 5 Y 0 N 0 N 0							
CARD 52		20691.0 2 1 1 4 Y 0 N 0 Y 0 Y 0 Y 0 Y 0							
CARD 53		20691.0 2 2 1 1 4 N 0 Y 0 Y 0 Y 0 Y 0 Y 0							
CARD 54		20691.0 2 3 1 1 2 Y 4 Y 3 N 0 N 0 N 0 Y 5							
CARD 55									
CARD 56									
CARD 57									
CARD 58									
CARD 59									
CARD 60									



00000000011111111112222222223333333334444444445555555556666666667777777778  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CO

## LIST OF INPUT

0000000001111111112222222223333333334444444445555555556666666667777777778  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

[illegible]

LIST OF INPUT

00000000111111112222222222333333333344444444445555555555666666666677777777778  
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CARD 181	764.0										
CARD 182	9 10	2 3 4	Y 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 183	1510.0										
CARD 184	9 11	2 3 4	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 185	2070.0										
CARD 186	9 12	2 3 4	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 187	2070.0										
CARD 188	9 13	2 3 4	Y 0	Y 0	Y 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 189	2070.0										
CARD 190	10 2	2 3 4	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	N 0		
CARD 191	764.0										
CARD 192	10 3	2 3 4	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 193	764.0										
CARD 194	10 4	2 3 4	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 195	764.0										
CARD 196	10 5	2 3 4	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 197	764.0										
CARD 198	10 6	2 3 4	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 199	764.0										
CARD 200	10 7	2 3 4	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 201	764.0										
CARD 202	10 8	2 3 4	N 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 203	764.0										
CARD 204	10 12	2 3 4	N 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 205	764.0										
CARD 206	10 13	2 3 4	Y 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 207	764.0										
CARD 208	10 14	2 3 4	Y 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	Y 0		
CARD 209	764.0										
CARD 210	10 15	2 3 2	Y 4	N 0	N 0	N 0	N 0	N 0	Y 5		
CARD 211	764.0										

END OF INPUT

DIE EINGABE ENTHAELT FOLGENDE BLOECKE:

1. THECA -BLOCK
2. THELVU-BLOCK
3. THESYS-BLOCK

FOLGENDE MODULN WERDEN IM 1. DURCHGANG AUSGEFUEHRT:

THELVU  
THESYS

MAXIMAL 1 DURCHGAENGE WERDEN AUSGEFUEHRT.

1. DURCHGANG:

THELVU WIRD AUSGEFUEHRT  
AUSFUEHRUNG BEENDET

THESYS WIRD AUSGEFUEHRT  
AUSFUEHRUNG BEENDET

MODIFY BEGIN OF TASK

MODOP1

1 &MJD DEL='YES',BER=10,160,1380,4440 &END  
2 &MOD BZK=' 1 2',NEU='30000',BER=240,250 &END

INPUT-RECORD:	DATA	NSTRG/ 1 /
OUTPUT-RECORD:	DATA	NSTRG/30000/
INPUT-RECORD:	DIMENSION	SPS( 1 )
OUTPUT-RECORD:	DIMENSION	SPS(30000)

DATA SET MODIFIED  
END OF MODOP1

MODOP2 MERGE='YES'

1 &MOD DEL='YES',BER=10,180,5260,7610 &END  
2 &MOD BZK=' 1 @',NEU='50000',BER=210,220 &END

INPUT-RECORD: DATA NSTRG/ 1 /  
OUTPUT-RECORD: DATA NSTRG/50000/

INPUT-RECORD: DIMENSION F( 1 ),M(30),EKDAT(20)  
OUTPUT-RECORD: DIMENSION F(50000),M(30),EKDAT(20)

DATA SET MODIFIED AND MERGED  
END OF MODOP2

MODIFY END OF TASK

## THELVU SNR 90 GRD KERNAUSSCHNITT, LEISTUNGSVERTEILUNG

CAX=YES

0	0	10	15	4	16	7	7	28	24
1	1	1	2	26	12	6	8	7	
.0	.16740E+20	11.565	.79647	169	1.0700		91		
1	3	1	1	1	2	1	2	1	3
1	1	0	10	1	3	1	2	1	3
1	2	1	1	1	3	1	5	1	3
1	4	0	10	1	2	1	6	0	10
1	5	1	6	1	5	1	4	1	6
1	4	1	5	1	6	1	4	1	6
2	9	2	9	2	9	2	9	2	9
2	9	2	9	2	9	2	9	2	9
2	9	2	9	2	9	2	9	2	9
2	9	2	9	2	9	0	12	2	9
2	9	2	9	2	9	0	12	0	12
2	9	2	9	2	9	0	12	0	12

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 1

.72333E-02	.48175E-02	.51516E-02	.48017E-02	.24773E-02	.19143E-02	.17583E-02	.17262E-02	.16803E-02	.17714E-02
.21675E-02	.28076E-02	.37592E-02	.44694E-02	.77930E-02	.12315E-01	.16558E-01	.39243E-01	.13495E-01	.57891E-01
.26720E-01	.15765E-01	.25055E-01	.83253E-01	.92477	.69287				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 2

.71806E-02	.47651E-02	.50946E-02	.47357E-02	.23980E-02	.18488E-02	.16981E-02	.16672E-02	.16231E-02	.17112E-02
.20941E-02	.27130E-02	.36323E-02	.43216E-02	.75385E-02	.11924E-01	.16064E-01	.38190E-01	.13155E-01	.56461E-01
.26036E-01	.15235E-01	.24205E-01	.80448E-01	.89572	.66900				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 3

.71280E-02	.47129E-02	.50376E-02	.46699E-02	.23187E-02	.17834E-02	.16381E-02	.16084E-02	.15660E-02	.16512E-02
.20208E-02	.26184E-02	.35055E-02	.41739E-02	.72841E-02	.11533E-01	.15568E-01	.37130E-01	.12813E-01	.55017E-01
.25346E-01	.14700E-01	.23356E-01	.77648E-01	.86668	.64517				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 4

.79301E-02	.55103E-02	.59066E-02	.56747E-02	.35280E-02	.27808E-02	.25548E-02	.25065E-02	.24370E-02	.25663E-02
.31373E-02	.40571E-02	.54365E-02	.64147E-02	.11137E-01	.17426E-01	.22833E-01	.52474E-01	.17732E-01	.75628E-01
.35344E-01	.22738E-01	.36306E-01	.12029	1.3069	1.0086				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 5

.78313E-02	.54121E-02	.57996E-02	.55511E-02	.33792E-02	.26581E-02	.24420E-02	.23960E-02	.23299E-02	.24538E-02
.30001E-02	.38805E-02	.51992E-02	.61400E-02	.10665E-01	.16708E-01	.21969E-01	.50664E-01	.17152E-01	.73220E-01
.34152E-01	.21751E-01	.34712E-01	.11505	1.2530	.96391				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 6

.77329E-02	.53142E-02	.56929E-02	.54277E-02	.32307E-02	.25356E-02	.23294E-02	.22857E-02	.22230E-02	.23415E-02
.28632E-02	.37043E-02	.49626E-02	.58662E-02	.10195E-01	.15990E-01	.21102E-01	.48841E-01	.16573E-01	.70795E-01
.32968E-01	.20771E-01	.33123E-01	.10982	1.1991	.91928				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 7

.64783E-02	.37487E-02	.39738E-02	.32847E-02	.20919E-03	.26359E-04	.22870E-04	.26488E-04	.31177E-04	.38566E-04
.48304E-04	.65542E-04	.89529E-04	.12873E-03	.19291E-03	.28329E-03	.34956E-03	.52015E-03	.66825E-03	.83546E-03
.86361E-03	.29661E-03	.55015E-03	.10564E-02	.25779E-02	.42576E-02				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 8

.64780E-02	.37485E-02	.39736E-02	.32846E-02	.20919E-03	.26357E-04	.22869E-04	.26487E-04	.31175E-04	.38564E-04
.48301E-04	.65538E-04	.89524E-04	.12872E-03	.19290E-03	.28328E-03	.34954E-03	.52013E-03	.66823E-03	.83547E-03
.86363E-03	.29660E-03	.55012E-03	.10563E-02	.25777E-02	.42573E-02				

## FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 9

.91780E-02	.53109E-02	.56298E-02	.46536E-02	.29637E-03	.37343E-04	.32401E-04	.37526E-04	.44169E-04	.54637E-04
.68433E-04	.92854E-04	.12684E-03	.18237E-03	.27328E-03	.40129E-03	.49506E-03	.73673E-03	.94602E-03	.11817E-02

.12210E-02 .42012E-03 .77931E-03 .14966E-02 .36517E-02 .60318E-02

FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 10

.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 11

.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

FLUSSGRUPPEN-SPALTQUERSCHNITTE DER MISCHUNG 12

.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0

FLUSSGRUPPE 1 (IN DER LETZTEN ZEILE STEHEN DIE LETZTEN 10 WERTE DER GRUPPE)

EBENE 1

IX = 1	0.29391E-08	0.28979E-08	0.28656E-08	0.28162E-08	0.27539E-08	0.26825E-08	0.26034E-08	0.25166E-08	0.24214E-08	0.23159E-08
IX = 2	0.28853E-08	0.28740E-08	0.28416E-08	0.27921E-08	0.27303E-08	0.26598E-08	0.25820E-08	0.24968E-08	0.24030E-08	0.22989E-08
IX = 3	0.28175E-08	0.28061E-08	0.27733E-08	0.27241E-08	0.26636E-08	0.25958E-08	0.25219E-08	0.24410E-08	0.23514E-08	0.22511E-08
IX = 4	0.27156E-08	0.27041E-08	0.26716E-08	0.26233E-08	0.25652E-08	0.25014E-08	0.24328E-08	0.23578E-08	0.22741E-08	0.21793E-08
IX = 5	0.25916E-08	0.25806E-08	0.25494E-08	0.25034E-08	0.24485E-08	0.23890E-08	0.23254E-08	0.22560E-08	0.21780E-08	0.20887E-08
IX = 6	0.24557E-08	0.24456E-08	0.24170E-08	0.23747E-08	0.23236E-08	0.22674E-08	0.22066E-08	0.21398E-08	0.20649E-08	0.19788E-08
IX = 7	0.23134E-08	0.23045E-08	0.22793E-08	0.22411E-08	0.21934E-08	0.21386E-08	0.20772E-08	0.20088E-08	0.19323E-08	0.18455E-08
IX = 8	0.21677E-08	0.21599E-08	0.21375E-08	0.21025E-08	0.20566E-08	0.20008E-08	0.19354E-08	0.18612E-08	0.17785E-08	0.16862E-08
IX = 9	0.20207E-08	0.20135E-08	0.19923E-08	0.19582E-08	0.19115E-08	0.18518E-08	0.17794E-08	0.16959E-08	0.16031E-08	0.15016E-08
IX = 10	0.18728E-08	0.18652E-08	0.18429E-08	0.18064E-08	0.17551E-08	0.16883E-08	0.16064E-08	0.15114E-08	0.14063E-08	0.12924E-08
IX = 11	0.17184E-08	0.17097E-08	0.16838E-08	0.16412E-08	0.15816E-08	0.15047E-08	0.14113E-08	0.13035E-08	0.11847E-08	0.10532E-08
IX = 12	0.15466E-08	0.15361E-08	0.15049E-08	0.14538E-08	0.13835E-08	0.12943E-08	0.11878E-08	0.10627E-08	0.92743E-09	0.79259E-09

IX = 24 0.38949E-14 0.22659E-14 0.13007E-14 0.73544E-15 0.40904E-15 0.22363E-15 0.12011E-15 0.63261E-16 0.32383E-16 0.15409E-16

EBENE 11

IX = 1	0.58574E-06	0.58283E-06	0.57311E-06	0.55725E-06	0.54040E-06	0.52606E-06	0.51117E-06	0.49185E-06	0.46946E-06	0.44917E-06
IX = 2	0.58138E-06	0.57641E-06	0.56393E-06	0.54676E-06	0.52971E-06	0.51557E-06	0.50179E-06	0.48418E-06	0.46109E-06	0.43566E-06
IX = 3	0.56236E-06	0.55436E-06	0.53446E-06	0.50936E-06	0.48856E-06	0.47875E-06	0.47280E-06	0.46062E-06	0.43469E-06	0.38880E-06
IX = 4	0.53057E-06	0.51967E-06	0.48882E-06	0.43631E-06	0.39718E-06	0.40797E-06	0.43044E-06	0.43015E-06	0.40669E-06	0.35089E-06
IX = 5	0.49739E-06	0.48658E-06	0.45120E-06	0.37941E-06	0.32622E-06	0.35436E-06	0.39892E-06	0.40876E-06	0.39761E-06	0.37132E-06
IX = 6	0.46678E-06	0.45943E-06	0.43352E-06	0.38256E-06	0.34530E-06	0.36059E-06	0.38802E-06	0.39350E-06	0.39116E-06	0.39759E-06
IX = 7	0.43400E-06	0.42959E-06	0.41578E-06	0.39472E-06	0.37910E-06	0.37747E-06	0.37724E-06	0.36780E-06	0.36235E-06	0.37862E-06
IX = 8	0.39559E-06	0.38969E-06	0.38000E-06	0.37635E-06	0.37585E-06	0.37137E-06	0.35551E-06	0.32051E-06	0.29762E-06	0.32281E-06
IX = 9	0.35071E-06	0.33237E-06	0.31365E-06	0.33231E-06	0.35820E-06	0.36273E-06	0.34270E-06	0.28684E-06	0.24395E-06	0.26753E-06
IX = 10	0.33077E-06	0.30388E-06	0.27141E-06	0.30589E-06	0.35031E-06	0.35975E-06	0.34118E-06	0.29285E-06	0.24976E-06	0.24437E-06
IX = 11	0.34719E-06	0.32803E-06	0.30839E-06	0.32696E-06	0.35109E-06	0.34974E-06	0.32771E-06	0.28915E-06	0.24717E-06	0.20830E-06
IX = 12	0.35785E-06	0.35341E-06	0.34533E-06	0.33929E-06	0.33097E-06	0.31336E-06	0.28226E-06	0.23406E-06	0.18102E-06	0.13389E-06

IX = 24 0.10028E-12 0.57488E-13 0.32505E-13 0.18094E-13 0.99037E-14 0.53264E-14 0.28138E-14 0.14582E-14 0.73595E-15 0.34809E-15

EBENE 21

IX = 1	0.81409E-06	0.81227E-06	0.80479E-06	0.79067E-06	0.77459E-06	0.75999E-06	0.74356E-06	0.72175E-06	0.69726E-06	0.67575E-06
IX = 2	0.81248E-06	0.80874E-06	0.79846E-06	0.78387E-06	0.76839E-06	0.75343E-06	0.73733E-06	0.71738E-06	0.69271E-06	0.66601E-06
IX = 3	0.80045E-06	0.79299E-06	0.77551E-06	0.75437E-06	0.73171E-06	0.72542E-06	0.71557E-06	0.70088E-06	0.67395E-06	0.62507E-06
IX = 4	0.77504E-06	0.76509E-06	0.73713E-06	0.68488E-06	0.65271E-06	0.66110E-06	0.68101E-06	0.67701E-06	0.65301E-06	0.59864E-06



IX = 5 0.74717E-06 0.73855E-06 0.70846E-06 0.63968E-06 0.60379E-06 0.61936E-06 0.65654E-06 0.65872E-06 0.64465E-06 0.62031E-06  
 IX = 6 0.71867E-06 0.71396E-06 0.69335E-06 0.64433E-06 0.61298E-06 0.62277E-06 0.64335E-06 0.63985E-06 0.63338E-06 0.64477E-06  
 IX = 7 0.68594E-06 0.69333E-06 0.67287E-06 0.65297E-06 0.63683E-06 0.63071E-06 0.62314E-06 0.60468E-06 0.59475E-06 0.61330E-06  
 IX = 8 0.64989E-06 0.64384E-06 0.63462E-06 0.62951E-06 0.62611E-06 0.61618E-06 0.59224E-06 0.54392E-06 0.51797E-06 0.53977E-06  
 IX = 9 0.60927E-06 0.58606E-06 0.56659E-06 0.58101E-06 0.60553E-06 0.60547E-06 0.57863E-06 0.50860E-06 0.47050E-06 0.47921E-06  
 IX = 10 0.59930E-06 0.56323E-06 0.53829E-06 0.55884E-06 0.59850E-06 0.59943E-06 0.57117E-06 0.50763E-06 0.45989E-06 0.43841E-06  
 IX = 11 0.61159E-06 0.58618E-06 0.56302E-06 0.57301E-06 0.58732E-06 0.57171E-06 0.53456E-06 0.47900E-06 0.41845E-06 0.35162E-06  
 IX = 12 0.59514E-06 0.58946E-06 0.57666E-06 0.55824E-06 0.53351E-06 0.49833E-06 0.44770E-06 0.37425E-06 0.29329E-06 0.21741E-06

IX = 24 0.13352E-12 0.76179E-13 0.42856E-13 0.23732E-13 0.12922E-13 0.69136E-14 0.36340E-14 0.18744E-14 0.94218E-15 0.44487E-15

# EBENE 31

IX = 1 0.48794E-08 0.48676E-08 0.43332E-08 0.47780E-08 0.47043E-08 0.46136E-08 0.45059E-08 0.43797E-08 0.42312E-08 0.40546E-08  
 IX = 2 0.48590E-08 0.48472E-08 0.48126E-08 0.47574E-08 0.46838E-08 0.45935E-08 0.44865E-08 0.43609E-08 0.42132E-08 0.40372E-08  
 IX = 3 0.47996E-08 0.47376E-08 0.47528E-08 0.46973E-08 0.46241E-08 0.45348E-08 0.44293E-08 0.43056E-08 0.41597E-08 0.39852E-08  
 IX = 4 0.47059E-08 0.46937E-08 0.46586E-08 0.46029E-08 0.45300E-08 0.44416E-08 0.43376E-08 0.42156E-08 0.40715E-08 0.38985E-08  
 IX = 5 0.45938E-08 0.45717E-08 0.45363E-08 0.44805E-08 0.44073E-08 0.43186E-08 0.42144E-08 0.40923E-08 0.39479E-08 0.37747E-08  
 IX = 6 0.44377E-08 0.44256E-08 0.43901E-08 0.43337E-08 0.42590E-08 0.41678E-08 0.40599E-08 0.39337E-08 0.37851E-08 0.36082E-08  
 IX = 7 0.42695E-08 0.42572E-08 0.42212E-08 0.41630E-08 0.40848E-08 0.39877E-08 0.38718E-08 0.37361E-08 0.35781E-08 0.33926E-08  
 IX = 8 0.40784E-08 0.40655E-08 0.40276E-08 0.39657E-08 0.38811E-08 0.37743E-08 0.36457E-08 0.34953E-08 0.33222E-08 0.31233E-08  
 IX = 9 0.38605E-08 0.38465E-08 0.38048E-08 0.37364E-08 0.36418E-08 0.35214E-08 0.33759E-08 0.32066E-08 0.30142E-08 0.27982E-08  
 IX = 10 0.36078E-08 0.35918E-08 0.35442E-08 0.34660E-08 0.33578E-08 0.32204E-08 0.30552E-08 0.28647E-08 0.26512E-08 0.24158E-08  
 IX = 11 0.33081E-08 0.32895E-08 0.32343E-08 0.31437E-08 0.30192E-08 0.28628E-08 0.26769E-08 0.24644E-08 0.22291E-08 0.19668E-08  
 IX = 12 0.29506E-08 0.29291E-08 0.28653E-08 0.27613E-08 0.26199E-08 0.24437E-08 0.22367E-08 0.19953E-08 0.17337E-08 0.14711E-08

IX = 24 0.63989E-14 0.37039E-14 0.21145E-14 0.11887E-14 0.65723E-15 0.35718E-15 0.19072E-15 0.99889E-16 0.50887E-16 0.24166E-16

## FLUSSGRUPPE 6 (IN DER LETZTEN ZEILE STEHEN DIE LETZTEN 10 WERTE DER GRUPPE)

# EBENE 1

IX = 1 0.31735E-06 0.31626E-06 0.31308E-06 0.30813E-06 0.30177E-06 0.29431E-06 0.28587E-06 0.27643E-06 0.26584E-06 0.25384E-06  
 IX = 2 0.31501E-06 0.31391E-06 0.31073E-06 0.30580E-06 0.29949E-06 0.29210E-06 0.28377E-06 0.27446E-06 0.26400E-06 0.25211E-06  
 IX = 3 0.30829E-06 0.30719E-06 0.30402E-06 0.29915E-06 0.29297E-06 0.28582E-06 0.27780E-06 0.26883E-06 0.25871E-06 0.24716E-06  
 IX = 4 0.29804E-06 0.29696E-06 0.29384E-06 0.28908E-06 0.28313E-06 0.27631E-06 0.26870E-06 0.26020E-06 0.25056E-06 0.23946E-06  
 IX = 5 0.28533E-06 0.28429E-06 0.28129E-06 0.27673E-06 0.27105E-06 0.26457E-06 0.25735E-06 0.24926E-06 0.24005E-06 0.22939E-06  
 IX = 6 0.27109E-06 0.27011E-06 0.26731E-06 0.26301E-06 0.25760E-06 0.25135E-06 0.24432E-06 0.23641E-06 0.22739E-06 0.21696E-06  
 IX = 7 0.25590E-06 0.25500E-06 0.25240E-06 0.24834E-06 0.24311E-06 0.23690E-06 0.22977E-06 0.22168E-06 0.21248E-06 0.20195E-06  
 IX = 8 0.24004E-06 0.23920E-06 0.23674E-06 0.23282E-06 0.22759E-06 0.22117E-06 0.21362E-06 0.20496E-06 0.19519E-06 0.18417E-06  
 IX = 9 0.22362E-06 0.22279E-06 0.22033E-06 0.21633E-06 0.21087E-06 0.20396E-06 0.19569E-06 0.18615E-06 0.17548E-06 0.16366E-06  
 IX = 10 0.20652E-06 0.20563E-06 0.20299E-06 0.19865E-06 0.19264E-06 0.18498E-06 0.17575E-06 0.16513E-06 0.15333E-06 0.14041E-06  
 IX = 11 0.18823E-06 0.18722E-06 0.18421E-06 0.17928E-06 0.17246E-06 0.16381E-06 0.15346E-06 0.14157E-06 0.12842E-06 0.11341E-06  
 IX = 12 0.16794E-06 0.16677E-06 0.16329E-06 0.15759E-06 0.14978E-06 0.13993E-06 0.12825E-06 0.11418E-06 0.99091E-07 0.84102E-07

IX = 24 0.20464E-09 0.16367E-09 0.12945E-09 0.10112E-09 0.77805E-10 0.58684E-10 0.42966E-10 0.29901E-10 0.18778E-10 0.89173E-11

# EBENE 11

IX = 1 0.36397E-04 0.36207E-04 0.35656E-04 0.34837E-04 0.33926E-04 0.33034E-04 0.32099E-04 0.31011E-04 0.29771E-04 0.28505E-04  
 IX = 2 0.36034E-04 0.35807E-04 0.35178E-04 0.34293E-04 0.33352E-04 0.32494E-04 0.31627E-04 0.30592E-04 0.29322E-04 0.27910E-04  
 IX = 3 0.34933E-04 0.34614E-04 0.33752E-04 0.32562E-04 0.31470E-04 0.30800E-04 0.30253E-04 0.29412E-04 0.28055E-04 0.26035E-04  
 IX = 4 0.33262E-04 0.32839E-04 0.31601E-04 0.29541E-04 0.27846E-04 0.27859E-04 0.28275E-04 0.27882E-04 0.26643E-04 0.24293E-04  
 IX = 5 0.31438E-04 0.30985E-04 0.29559E-04 0.26874E-04 0.24673E-04 0.25334E-04 0.26536E-04 0.26562E-04 0.25780E-04 0.24296E-04  
 IX = 6 0.29667E-04 0.29312E-04 0.28196E-04 0.26234E-04 0.24669E-04 0.24879E-04 0.25510E-04 0.25424E-04 0.24950E-04 0.24428E-04  
 IX = 7 0.27808E-04 0.27569E-04 0.26900E-04 0.25968E-04 0.25186E-04 0.24833E-04 0.24519E-04 0.23903E-04 0.23300E-04 0.23096E-04  
 IX = 8 0.25673E-04 0.25429E-04 0.24969E-04 0.24645E-04 0.24374E-04 0.23920E-04 0.23049E-04 0.21552E-04 0.20317E-04 0.20390E-04  
 IX = 9 0.23280E-04 0.22687E-04 0.21989E-04 0.22394E-04 0.22941E-04 0.22694E-04 0.21577E-04 0.19352E-04 0.17370E-04 0.17446E-04  
 IX = 10 0.21578E-04 0.20643E-04 0.19595E-04 0.20515E-04 0.21609E-04 0.21484E-04 0.20360E-04 0.18286E-04 0.16281E-04 0.15485E-04

Die vorgehende Anordnung wiederholt sich für jede 5. Flußgruppe.

NORM. SPALTRATEN FUER DIE EINZELNEN KERNPOSITIONEN

ACHTUNG: AXIALE REIHENFOLGE WIRD UMGEKEHRT.

ZELLENPOS.: 0, 0

IAX = 1 0.15691E-08 0.15594E-08 0.15630E-08 0.15594E-08 0.15654E-08 0.15594E-08 0.15630E-08 0.15594E-08 0.15654E-08  
IAX = 8 0.84020E-07 0.83536E-07 0.83815E-07 0.83536E-07 0.83842E-07 0.83536E-07 0.83815E-07 0.83536E-07 0.83842E-07  
IAX = 9 0.68003E-06 0.67581E-06 0.67734E-06 0.67581E-06 0.67844E-06 0.67581E-06 0.67734E-06 0.67581E-06 0.67844E-06  
IAX = 17 0.11586E-05 0.11437E-05 0.11493E-05 0.11437E-05 0.11536E-05 0.11437E-05 0.11493E-05 0.11437E-05 0.11536E-05  
IAX = 25 0.43562E-06 0.42807E-06 0.43078E-06 0.42807E-06 0.43320E-06 0.42807E-06 0.43078E-06 0.42807E-06 0.43320E-06  
IAX = 26 0.54635E-07 0.53762E-07 0.54133E-07 0.53762E-07 0.54358E-07 0.53762E-07 0.54133E-07 0.53762E-07 0.54358E-07  
IAX = 33 0.93587E-09 0.92556E-09 0.92891E-09 0.92556E-09 0.93254E-09 0.92556E-09 0.92891E-09 0.92556E-09 0.93254E-09

ZELLENPOS.: 1, 0

IAX = 1 0.15451E-08 0.15126E-08 0.15163E-08 0.15126E-08 0.15415E-08 0.15594E-08 0.15630E-08 0.15594E-08 0.15415E-08  
IAX = 8 0.82789E-07 0.80247E-07 0.80774E-07 0.80247E-07 0.82331E-07 0.83536E-07 0.83815E-07 0.83536E-07 0.82331E-07  
IAX = 9 0.71323E-06 0.69889E-06 0.69975E-06 0.69889E-06 0.71186E-06 0.72001E-06 0.72164E-06 0.72001E-06 0.71186E-06  
IAX = 17 0.11926E-05 0.11381E-05 0.11489E-05 0.11381E-05 0.11846E-05 0.12157E-05 0.12217E-05 0.12157E-05 0.11846E-05  
IAX = 25 0.44428E-06 0.41745E-06 0.42286E-06 0.41745E-06 0.44044E-06 0.45605E-06 0.45893E-06 0.45605E-06 0.44044E-06  
IAX = 26 0.52444E-07 0.48969E-07 0.49732E-07 0.48969E-07 0.51869E-07 0.53762E-07 0.54133E-07 0.53762E-07 0.51869E-07  
IAX = 33 0.90895E-09 0.87511E-09 0.87845E-09 0.87511E-09 0.90559E-09 0.92556E-09 0.92891E-09 0.92556E-09 0.90559E-09

ZELLENPOS.: 1, 1

IAX = 1 0.15486E-08 0.15415E-08 0.15307E-08 0.15131E-08 0.15310E-08 0.15370E-08 0.15547E-08 0.15654E-08 0.15594E-08  
IAX = 8 0.82759E-07 0.82331E-07 0.81275E-07 0.80553E-07 0.81617E-07 0.82028E-07 0.83196E-07 0.83842E-07 0.83536E-07  
IAX = 9 0.69325E-06 0.68999E-06 0.68617E-06 0.68034E-06 0.68565E-06 0.68785E-06 0.69576E-06 0.70062E-06 0.69789E-06  
IAX = 17 0.11633E-05 0.11495E-05 0.11274E-05 0.10951E-05 0.11394E-05 0.11533E-05 0.11753E-05 0.11899E-05 0.11796E-05  
IAX = 25 0.43418E-06 0.42692E-06 0.41606E-06 0.39978E-06 0.42279E-06 0.43009E-06 0.44032E-06 0.44735E-06 0.44206E-06  
IAX = 26 0.52737E-07 0.51869E-07 0.50383E-07 0.48425E-07 0.51300E-07 0.52161E-07 0.53500E-07 0.54358E-07 0.53762E-07  
IAX = 33 0.91588E-09 0.90559E-09 0.89589E-09 0.88094E-09 0.90079E-09 0.90775E-09 0.92286E-09 0.93254E-09 0.92556E-09

ZELLENPOS.: 2, 0

IAX = 1 0.14775E-08 0.14259E-08 0.14296E-08 0.14259E-08 0.14738E-08 0.15126E-08 0.15163E-08 0.15126E-08 0.14738E-08  
IAX = 8 0.79357E-07 0.75461E-07 0.75679E-07 0.75461E-07 0.77959E-07 0.80247E-07 0.80774E-07 0.80247E-07 0.77959E-07  
IAX = 9 0.66040E-06 0.63723E-06 0.63783E-06 0.63723E-06 0.65997E-06 0.67741E-06 0.67825E-06 0.67741E-06 0.65997E-06  
IAX = 17 0.10668E-05 0.10078E-05 0.10168E-05 0.10078E-05 0.10556E-05 0.11044E-05 0.11148E-05 0.11044E-05 0.10556E-05  
IAX = 25 0.38681E-06 0.35891E-06 0.36384E-06 0.35891E-06 0.38083E-06 0.40462E-06 0.40988E-06 0.40462E-06 0.38083E-06  
IAX = 26 0.46798E-07 0.43413E-07 0.43975E-07 0.43413E-07 0.46025E-07 0.48969E-07 0.49732E-07 0.48969E-07 0.46025E-07  
IAX = 33 0.84049E-09 0.79477E-09 0.79776E-09 0.79477E-09 0.83727E-09 0.87511E-09 0.87845E-09 0.87511E-09 0.83727E-09

ZELLENPOS.: 2, 1

IAX = 1 0.15018E-08 0.14738E-08 0.14629E-08 0.14451E-08 0.14841E-08 0.15131E-08 0.15307E-08 0.15415E-08 0.15126E-08  
IAX = 8 0.78956E-07 0.77959E-07 0.76753E-07 0.75005E-07 0.77364E-07 0.80053E-07 0.81275E-07 0.82331E-07 0.80247E-07  
IAX = 9 0.65437E-06 0.63905E-06 0.63933E-06 0.64773E-06 0.65611E-06 0.65877E-06 0.66443E-06 0.66814E-06 0.65594E-06  
IAX = 17 0.10393E-05 0.10234E-05 0.98842E-06 0.92013E-06 0.98175E-06 0.10616E-05 0.10930E-05 0.11144E-05 0.10706E-05  
IAX = 25 0.37565E-06 0.36877E-06 0.34968E-06 0.30962E-06 0.34472E-06 0.38712E-06 0.40289E-06 0.41341E-06 0.39182E-06  
IAX = 26 0.46786E-07 0.46025E-07 0.43547E-07 0.38685E-07 0.43105E-07 0.48425E-07 0.50383E-07 0.51869E-07 0.48969E-07  
IAX = 33 0.86553E-09 0.83727E-09 0.82806E-09 0.81404E-09 0.85090E-09 0.88094E-09 0.89589E-09 0.90559E-09 0.87511E-09

ZELLENPOS.: 2, 2

IAX = 1 0.14890E-08 0.14841E-08 0.14600E-08 0.14297E-08 0.14587E-08 0.14764E-08 0.15068E-08 0.15310E-08 0.15131E-08  
IAX = 8 0.78742E-07 0.77364E-07 0.75996E-07 0.74825E-07 0.77215E-07 0.78668E-07 0.80237E-07 0.81617E-07 0.80053E-07  
IAX = 9 0.69223E-06 0.69922E-06 0.69597E-06 0.67628E-06 0.67688E-06 0.68154E-06 0.69628E-06 0.70739E-06 0.70193E-06  
IAX = 17 0.10978E-05 0.10438E-05 0.10001E-05 0.99729E-06 0.10762E-05 0.11200E-05 0.11471E-05 0.11742E-05 0.11286E-05

IAX = 25 0.39719E-06 0.36732E-06 0.34186E-06 0.34479E-06 0.38852E-06 0.41182E-06 0.42360E-06 0.43618E-06 0.41245E-06  
 IAX = 26 0.45579E-07 0.43105E-07 0.40230E-07 0.40484E-07 0.45628E-07 0.48443E-07 0.49800E-07 0.51300E-07 0.48425E-07  
 IAX = 33 0.86196E-09 0.85090E-09 0.83257E-09 0.81154E-09 0.83991E-09 0.85867E-09 0.88143E-09 0.90079E-09 0.88094E-09

ZELLENPOS.: 2, 3

IAX = 1 0.15129E-08 0.15310E-08 0.15068E-08 0.14764E-08 0.14823E-08 0.14764E-08 0.15068E-08 0.15310E-08 0.15370E-08  
 IAX = 8 0.80583E-07 0.81617E-07 0.80237E-07 0.78668E-07 0.79053E-07 0.78668E-07 0.80237E-07 0.81617E-07 0.82028E-07  
 IAX = 9 0.65537E-06 0.66394E-06 0.65350E-06 0.63968E-06 0.64160E-06 0.63968E-06 0.65350E-06 0.66394E-06 0.66607E-06  
 IAX = 17 0.10933E-05 0.11046E-05 0.10791E-05 0.10536E-05 0.10668E-05 0.10536E-05 0.10791E-05 0.11046E-05 0.11181E-05  
 IAX = 25 0.40520E-06 0.40941E-06 0.39760E-06 0.38654E-06 0.39353E-06 0.38654E-06 0.39760E-06 0.40941E-06 0.41648E-06  
 IAX = 26 0.53683E-07 0.51300E-07 0.49800E-07 0.48443E-07 0.49295E-07 0.48443E-07 0.49800E-07 0.51300E-07 0.52161E-07  
 IAX = 33 0.88826E-09 0.90079E-09 0.88143E-09 0.85867E-09 0.86526E-09 0.85867E-09 0.88143E-09 0.90079E-09 0.90775E-09

ZELLENPOS.: 3, 0

IAX = 1 0.13732E-08 0.13040E-08 0.13081E-08 0.13040E-08 0.13693E-08 0.14259E-08 0.14296E-08 0.14259E-08 0.13693E-08  
 IAX = 8 0.72642E-07 0.69326E-07 0.69595E-07 0.69326E-07 0.72489E-07 0.75461E-07 0.75679E-07 0.75461E-07 0.72489E-07  
 IAX = 9 0.59207E-06 0.56393E-06 0.56472E-06 0.56393E-06 0.59106E-06 0.61704E-06 0.61763E-06 0.61704E-06 0.59106E-06  
 IAX = 17 0.93135E-06 0.85938E-06 0.86611E-06 0.85938E-06 0.92520E-06 0.97703E-06 0.98572E-06 0.97703E-06 0.92520E-06  
 IAX = 25 0.32812E-06 0.29518E-06 0.29852E-06 0.29518E-06 0.32486E-06 0.34754E-06 0.35232E-06 0.34754E-06 0.32486E-06  
 IAX = 26 0.40997E-07 0.37213E-07 0.37630E-07 0.37213E-07 0.40637E-07 0.43413E-07 0.43975E-07 0.43413E-07 0.40637E-07  
 IAX = 33 0.75196E-09 0.70162E-09 0.70408E-09 0.70162E-09 0.74926E-09 0.79477E-09 0.79776E-09 0.79477E-09 0.74926E-09

ZELLENPOS.: 3, 1

IAX = 1 0.14148E-08 0.13693E-08 0.13578E-08 0.13389E-08 0.13966E-08 0.14451E-08 0.14629E-08 0.14738E-08 0.14259E-08  
 IAX = 8 0.74596E-07 0.72489E-07 0.71854E-07 0.70647E-07 0.73106E-07 0.75005E-07 0.76753E-07 0.77959E-07 0.75461E-07  
 IAX = 9 0.65680E-06 0.62975E-06 0.62660E-06 0.62151E-06 0.66122E-06 0.69036E-06 0.68126E-06 0.68090E-06 0.65744E-06  
 IAX = 17 0.10097E-05 0.98347E-06 0.96558E-06 0.94028E-06 0.95765E-06 0.97839E-06 0.10508E-05 0.10879E-05 0.10386E-05  
 IAX = 25 0.35431E-06 0.34612E-06 0.33676E-06 0.32380E-06 0.32401E-06 0.32994E-06 0.37258E-06 0.39291E-06 0.37029E-06  
 IAX = 26 0.41537E-07 0.40637E-07 0.39565E-07 0.37980E-07 0.38013E-07 0.38685E-07 0.43547E-07 0.46025E-07 0.43413E-07  
 IAX = 33 0.78620E-09 0.74926E-09 0.74145E-09 0.72930E-09 0.77308E-09 0.81404E-09 0.82806E-09 0.83727E-09 0.79477E-09

ZELLENPOS.: 3, 2

IAX = 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IAX = 8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IAX = 9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IAX = 17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IAX = 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IAX = 26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IAX = 33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ZELLENPOS.: 3, 3

IAX = 1 0.13932E-08 0.13902E-08 0.13534E-08 0.13099E-08 0.13499E-08 0.13786E-08 0.14220E-08 0.14587E-08 0.14297E-08  
 IAX = 8 0.73496E-07 0.72678E-07 0.71544E-07 0.70227E-07 0.72053E-07 0.73771E-07 0.75535E-07 0.77215E-07 0.74825E-07  
 IAX = 9 0.60918E-06 0.62738E-06 0.59385E-06 0.57016E-06 0.58646E-06 0.59710E-06 0.61684E-06 0.63526E-06 0.63459E-06  
 IAX = 17 0.94339E-06 0.88125E-06 0.89901E-06 0.88619E-06 0.92293E-06 0.96168E-06 0.99238E-06 0.10123E-05 0.93800E-06  
 IAX = 25 0.33229E-06 0.29033E-06 0.30965E-06 0.30847E-06 0.32582E-06 0.34522E-06 0.35773E-06 0.36465E-06 0.32357E-06  
 IAX = 26 0.41502E-07 0.36328E-07 0.38773E-07 0.39015E-07 0.41038E-07 0.43529E-07 0.44804E-07 0.45628E-07 0.40484E-07  
 IAX = 33 0.78807E-09 0.77667E-09 0.75450E-09 0.72974E-09 0.76187E-09 0.78741E-09 0.81510E-09 0.83991E-09 0.81154E-09

ZELLENPOS.: 3, 4

IAX = 1 0.14395E-08 0.14587E-08 0.14220E-08 0.13786E-08 0.13958E-08 0.14016E-08 0.14454E-08 0.14823E-08 0.14764E-08  
 IAX = 8 0.76883E-07 0.77215E-07 0.75535E-07 0.73771E-07 0.74848E-07 0.75138E-07 0.77287E-07 0.79053E-07 0.78668E-07  
 IAX = 9 0.64313E-06 0.65606E-06 0.63702E-06 0.61662E-06 0.62318E-06 0.62543E-06 0.64533E-06 0.66258E-06 0.66606E-06  
 IAX = 17 0.10580E-05 0.10442E-05 0.10236E-05 0.99191E-06 0.10223E-05 0.10332E-05 0.10698E-05 0.11004E-05 0.10868E-05

Die vorgehenden Angaben wiederholen sich für alle Zellenpositionen des Kernausschnitts.

\*\*\*\* SUBROUTINE SLDAT (OUTPUT-DS AUF FILE 4)

SPALTSTOFFZONE:

X / Y								
.0	5.7825	5.7825	5.7825	.0	-5.7825	-5.7825	-5.7825	.0
.0	-5.0078	.0	5.0078	5.0078	5.0078	.0	-5.0078	-5.0078
XST / YST								
.0	4.8283	4.8283	.0	-4.8283	-4.8283	.0		
.0	-2.7876	2.7876	5.5753	2.7876	-2.7876	-5.5753		

BRUTMANTEL:

X / Y								
.0	5.7825	5.7825	5.7825	.0	-5.7825	-5.7825	-5.7825	.0
.0	-5.0078	.0	5.0078	5.0078	5.0078	.0	-5.0078	-5.0078
XST / YST								
.0	4.6332	4.6332	.0	-4.6332	-4.6332	.0		
.0	-2.6750	2.6750	5.3500	2.6750	-2.6750	-5.3500		

IZ =100 POS = 3, 1

.5354E-02	.7371E-02	.5567E-02	.7302E-02	.5580E-02	.7639E-02	.5780E-02	.7468E-02	.5612E-02	.7603E-02
.5798E-02	.7392E-02	.5651E-02	.7605E-02	.5831E-02	.7376E-02	.5753E-02	.7701E-02	.5128E-02	.5936E-02
.7469E-02	.5980E-02	.7983E-02	.5404E-02	.6191E-02	.7772E-02	.6369E-02	.8563E-02	.5746E-02	.6634E-02
.8415E-02	.5278E-02	.6961E-02	.5507E-02	.6962E-02	.5085E-02	.7134E-02	.6475E-02	.8071E-02	.7453E-02
.1635E-01	.8257E-02	.8907E-02	.8002E-02	.1761E-01	.8860E-02	.9539E-02	.8081E-02	.1785E-01	.8995E-02
.9639E-02	.8130E-02	.1801E-01	.9090E-02	.9691E-02	.8252E-02	.1832E-01	.9253E-02	.9819E-02	.5118E-02
.8530E-02	.1898E-01	.9580E-02	.5004E-02	.1011E-01	.5081E-02	.5471E-02	.8969E-02	.2000E-01	.1008E-01
.5205E-02	.1052E-01	.5296E-02	.7245E-02	.1605E-01	.8192E-02	.8754E-02	.6764E-02	.1497E-01	.7680E-02
.7890E-02	.5578E-02	.5033E-02	.9606E-02	.6653E-02	.8019E-02	.5235E-02	.1010E-01	.7265E-02	.8340E-02
.5621E-02	.1018E-01	.7431E-02	.8363E-02	.5699E-02	.1028E-01	.7542E-02	.8414E-02	.5751E-02	.1048E-01

MAX. ABWEICHUNG: .946E-01 BEI POS. 8, 8 IAX = 11

FKT,CHIMXO,IPOSMX,IAXMX,JMXO .16740E+20 .27126E-16 5, 5 15 6

CHI

POS 0, 0	IAX = 15	423.13	420.82	420.82	421.30	420.82	420.82	421.30
POS 1, 0	IAX = 15	438.65	427.46	427.46	436.14	445.48	445.48	436.14
POS 1, 1	IAX = 15	427.47	423.38	416.21	419.40	427.11	433.23	432.70
POS 2, 0	IAX = 15	398.40	384.21	384.21	395.79	410.10	410.10	395.79
POS 2, 1	IAX = 15	391.96	384.23	375.56	381.70	398.99	406.74	398.13
POS 2, 2	IAX = 15	414.54	405.90	397.58	405.27	418.31	428.33	423.61
POS 2, 3	IAX = 15	403.01	405.32	395.86	392.89	395.86	405.32	411.80
POS 3, 0	IAX = 15	351.91	334.51	334.51	350.15	366.80	366.80	350.15
POS 3, 1	IAX = 15	386.74	374.44	368.96	378.66	395.04	403.31	392.41
POS 3, 3	IAX = 15	360.74	355.62	345.43	348.53	364.41	375.65	369.97
POS 3, 4	IAX = 15	392.48	391.60	379.35	378.58	388.49	401.63	403.97
POS 4, 0	IAX = 15	329.25	312.91	312.91	325.92	347.60	347.60	325.92
POS 4, 1	IAX = 15	337.04	319.28	316.16	332.59	351.58	356.60	340.73
POS 4, 2	IAX = 15	335.31	323.89	316.45	326.99	345.52	352.66	341.56
POS 4, 3	IAX = 15	356.18	347.22	334.73	343.80	362.78	374.12	367.63
POS 4, 4	IAX = 15	337.02	332.75	320.07	321.38	336.76	353.58	350.87
POS 4, 5	IAX = 15	368.13	368.24	350.00	348.16	366.13	384.09	384.37
POS 4, 6	IAX = 15	357.05	363.08	346.73	340.02	346.73	363.08	372.71
POS 5, 0	IAX = 15	391.25	365.53	365.53	389.81	410.80	410.80	389.81

POS	5, 2	IAX = 15	317.52	304.56	297.55	307.93	330.13	337.34	322.15
POS	5, 3	IAX = 15	307.82	298.99	283.41	291.24	317.90	330.85	319.76
POS	5, 4	IAX = 15	295.83	282.39	271.72	285.44	305.29	317.11	307.92

\*\*\* EBENE MIT MAX. STABLEIST. DES KERNS:

POS	5, 5	IAX = 15	429.07	419.36	396.40	404.07	433.15	454.08	447.97
POS	5, 7	IAX = 15	334.19	335.17	320.12	317.83	328.05	345.75	350.57
POS	6, 0	IAX = 15	307.95	270.91	270.91	305.63	339.39	339.39	305.63
POS	6, 1	IAX = 15	368.15	337.19	327.96	358.01	394.69	400.66	373.20
POS	6, 2	IAX = 15	369.19	346.46	330.72	353.94	387.42	398.87	381.13
POS	6, 3	IAX = 15	355.16	338.93	319.12	333.69	366.45	385.91	372.96
POS	6, 5	IAX = 15	358.43	343.51	318.96	331.88	371.86	393.17	377.73
POS	6, 6	IAX = 15	323.50	316.03	282.86	286.54	325.17	359.27	353.82
POS	6, 7	IAX = 15	379.90	381.80	346.00	340.34	372.40	408.21	411.95
POS	6, 8	IAX = 15	419.61	428.60	391.79	377.74	406.08	442.57	451.03
POS	6, 9	IAX = 15	395.57	409.69	375.78	356.80	375.78	409.69	424.62
POS	7, 0	IAX = 15	235.06	191.95	191.95	232.70	277.38	277.38	232.70
POS	7, 1	IAX = 15	266.35	230.05	220.12	254.49	300.39	309.43	273.46
POS	7, 2	IAX = 15	276.99	247.57	230.36	259.22	304.10	319.36	291.70
POS	7, 3	IAX = 15	309.83	283.21	259.02	285.47	333.37	355.44	331.73
POS	7, 4	IAX = 15	295.94	273.96	247.58	271.91	318.90	339.08	318.48
POS	7, 5	IAX = 15	277.82	259.24	230.88	251.21	294.17	319.63	305.03
POS	7, 6	IAX = 15	284.50	269.17	235.12	248.06	295.84	331.24	317.51
POS	7, 7	IAX = 15	237.20	232.32	193.36	196.05	237.82	281.21	278.39
POS	7, 8	IAX = 15	297.74	301.88	255.95	248.96	287.74	336.94	344.08
POS	7, 9	IAX = 15	302.70	315.41	269.40	253.98	286.00	333.62	347.61
POS	7,10	IAX = 15	330.84	350.59	300.82	278.40	306.87	357.41	378.71
POS	8, 0	IAX = 15	20.990	12.383	12.383	19.281	36.502	36.502	19.281
POS	8, 1	IAX = 15	32.046	21.289	17.567	25.783	47.933	57.571	39.143
POS	8, 2	IAX = 15	37.251	26.778	20.531	28.961	52.658	65.954	48.504
POS	8, 3	IAX = 15	39.568	29.368	21.945	30.075	54.764	69.736	52.470
POS	8, 4	IAX = 15	39.596	30.122	21.984	29.743	53.349	69.463	53.995
POS	8, 5	IAX = 15	38.381	29.543	21.469	29.022	51.763	66.707	52.039
POS	8, 6	IAX = 15	37.303	28.697	20.657	27.153	50.089	65.878	50.983
POS	8, 7	IAX = 15	33.128	26.631	18.018	21.704	41.059	59.716	48.975
POS	8, 8	IAX = 15	21.635	20.003	11.891	12.773	20.546	38.095	38.434
POS	8, 9	IAX = 15	33.969	43.959	21.469	19.369	27.221	51.452	63.091
POS	8,10	IAX = 15	40.279	52.729	27.825	22.787	30.589	57.208	74.311
POS	8,11	IAX = 15	43.334	57.839	30.904	24.554	32.317	60.403	79.575
POS	8,12	IAX = 15	44.486	60.671	32.421	25.232	32.421	60.671	81.732
POS	9, 0	IAX = 15	6.1457	4.1743	4.1743	5.9344	9.6173	9.6173	5.9344
POS	9, 1	IAX = 15	9.5036	6.3120	5.7307	7.9093	14.135	16.553	10.909
POS	9, 2	IAX = 15	12.028	8.4048	7.0365	9.3656	16.841	21.285	15.178
POS	9, 3	IAX = 15	13.394	9.7750	7.8590	10.144	18.106	23.572	17.526
POS	9, 4	IAX = 15	13.891	10.417	8.1711	10.312	18.336	24.378	18.600
POS	9, 5	IAX = 15	13.768	10.524	8.1579	10.168	17.926	24.000	18.608
POS	9, 6	IAX = 15	13.316	10.301	7.8915	9.6444	17.182	23.271	18.143
POS	9, 7	IAX = 15	12.241	9.6835	7.1999	8.3744	15.196	21.691	17.352
POS	9, 8	IAX = 15	9.8229	8.2981	5.9764	6.4334	10.972	17.168	14.951
POS	9, 9	IAX = 15	6.4868	6.2535	4.4516	4.5523	6.4843	10.123	9.9926
POS	9,10	IAX = 15	10.131	11.036	6.8088	6.5522	8.8647	15.142	17.056
POS	9,11	IAX = 15	12.981	15.784	9.1230	7.9954	10.546	18.251	22.361
POS	9,12	IAX = 15	14.629	18.591	10.726	8.9478	11.505	19.856	25.164
POS	9,13	IAX = 15	15.416	20.030	11.596	9.4390	11.858	20.466	26.482
POS	10, 2	IAX = 15	4.4280	3.3834	3.0210	3.7367	5.9719	7.0391	5.1663
POS	10, 3	IAX = 15	5.1454	3.9009	3.4315	4.2889	6.7485	8.2543	6.2640
POS	10, 4	IAX = 15	5.5589	4.4298	3.7694	4.4520	7.0705	8.8838	6.9258
POS	10, 5	IAX = 15	5.6730	4.5310	3.8281	4.5854	7.1059	9.0123	7.1947
POS	10, 6	IAX = 15	5.6333	4.6631	3.9394	4.4926	6.8995	8.8551	7.1718
POS	10, 7	IAX = 15	5.3091	4.5053	3.7220	4.1167	6.3447	8.3640	6.9193
POS	10, 8	IAX = 15	4.6888	4.0855	3.3243	3.6460	5.4260	7.3020	6.2831
POS	10,12	IAX = 15	4.9438	5.6302	3.8631	3.6040	4.3908	6.5883	7.5686
POS	10,13	IAX = 15	5.7362	6.7610	4.4805	4.1232	4.9317	7.4567	8.9287
POS	10,14	IAX = 15	6.2348	7.5613	4.9950	4.4685	5.2264	7.9042	9.7126
POS	10,15	IAX = 15	6.4020	7.9398	5.2482	4.5878	5.2482	7.9398	9.9709

KERNAUSSCHNITT UMFASST 91 POSITIONEN  
DAVON SIND 82 BRENN- ODER BRUTELEMENTE

— 98 —

THESYS	SNR	90 GRD	KERNAUSSCHNITT,	TEMPERATURVERTEILUNG	(EINGABEBLOCK 1)
	4		44	38	1
.0	.0		.0	.0	2
	1		1	16	7
					1

DATEN FUER STABBUENDEL DER SPALTSTOFFZONE:				(EINGABEBLOCK II.1)			
10.00000	377.0000	169.0	0	NO	YES	0	5
.6049000	.7964700	.0	0	.6110000	.3830000E-01	.3027000	.4570000
96.24001	40.00000	.0	0	.5000000E-04	.0	-.6500001E-03	.0
.0	.0	1.000000	1.700000	1.000000	.0	.0	.0
.5000000	.5000000	1.233000	16.50000	1.000000	.9213000	1.658000	1.000000
.2100000	.2100000	.2400000E-01	.0	.0	1.000000	1.000000	.0
1.500000	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.000000	.2500000E-01	.8000000	.8000000	.0	.0	.9999999E+10	1.100000
0	0	0	0	0	0	0	0

[illegible]

TURBU: MISCHRATE UND EFFEKTIVE MISCH-LAENGE NACH ROWE/ANGLE (COBRA)  
BNWL-371 PT2 ERSTELLT: JANUAR 1972

IZLO, IPOS: 1 1 POS: C, 0 EING.: 1

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*  
BLOCK III. 1 0 1 1 1 Y 4 Y 3 N 5 N C N 6 N C  
22032.00 5 .0

\*\*\*\* DATEN AUS GEPO \*\*\*\*

BUENDELKENNGROESSEN NST = 169 N = 8 JJ = 16 JECK = 255 NGES = 342  
\*NORMAL\*-KANAELE FKN(1) = 0.130997 CM\*\*2 USN(1) = C.95C177 CM DHN(1) = 0.551465 CM  
FKN(2) = 0.190378 CM\*\*2 USN(2) = 1.746646 CM DHN(2) = C.435985 CM  
FKN(3) = 0.044896 CM\*\*2 USN(3) = C.756025 CM DHN(3) = 0.237537 CM  
FPIN = 0.287381 CM\*\*2 UPIN = 1.900353 CM FKPIN = 0.261554 CM\*\*2  
GESAMT-BUENDEL ZW = 11.5581 SWA = 11.1011 SWI = 10.4957 FKB = 55.9126 FBB = 37.0458 CM  
FZELL = 115.6915 FFAST = 11.2115 FSB = 22.7331 CM\*\*2  
ALFA = 0.4833 BETA = 0.1965 OMEGA = 0.3202 DMH = 0.5238 CM\*\*2 / CM  
FSKI = 95.3439 FKI = 46.7783 UBUI = 357.247  
ZUSAEZTLICHE FLAECHEN UND UMFANGEN DURCH LINER BEI RAND- UND ECKKANAELEN  
FLIN2 = 0.00005 ULIN2 = 0.0 FLIN3 = -0.00065 ULIN3 = 0.0 CM\*\*2 / CM

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:  
AX. INDEX KSL = 17 CHIO 409.41 406.53 406.53 407.16 406.53 406.53 407.16

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2  
QZUGES = .54826E+07 QTH = .54822E+07 QGAG = .C ABWEICHUNG: C.C001  
QZUTHQ = .54825E+07  
QKAMX = 16268.

FREIER SPEICHER IN K: 70 RECHENZEIT: 19.3 SEC

IZLC, IPOS: 1 2 POS: 1, 0 EING.: 2

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*  
BLOCK III. 2 1 0 1 1 2 Y 0 Y 6 Y 5 Y 0 N 0 N 0  
21746.00 5 .0

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:  
AX. INDEX KSL = 17 CHIO 421.44 407.52 407.52 417.88 429.93 429.93 417.88

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2  
QZUGES = .56460E+07 QTH = .56457E+07 QGAG = .0 ABWEICHUNG: C.C001  
QZUTHQ = .56460E+07  
QKAMX = 17098.

FREIER SPEICHER IN K: 70 RECHENZEIT: 20.2 SEC

IZLO, IPOS: 1 3 POS: 1, 1 EING.: 3

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 3

1 1 1 4 Y 0 Y 0 Y 0 N C Y 0 Y C  
21746.00 5 .C

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:

AX. INDEX KSL = 17 CH10 411.07 405.50 395.43 400.74 411.31 418.46 417.95

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2

QZUGES = .55088E+07 QTH = .55085E+07 QGAG = .0 ABWEICHUNG: 0.0000  
QZUTHC = .55088E+07  
QKAMX = 16633.

FREIER SPEICHER IN K: 70 RECHENZEIT: 20.1 SEC

EINGABE: BLOCK II.1

IZLO, IPOS: 1 4 POS: 2, C EING.: 4

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 4

2 0 1 1 2 Y 0 Y 6 Y 5 Y 0 N 0 N C  
20691.00 5 .C

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:

AX. INDEX KSL = 17 CH10 376.98 361.31 361.31 372.27 389.95 389.95 372.27

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2

QZUGES = .50683E+07 QTH = .50681E+07 QGAG = .C ABWEICHUNG: C.C000  
QZUTHQ = .50683E+07  
QKAMX = 15560.

FREIER SPEICHER IN K: 70 RECHENZEIT: 20.2 SEC

EINGABE: BLOCK II.1

IZLO, IPOS: 1 5 POS: 2, 1 EING.: 5

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 5

2 1 1 1 4 Y 0 N 0 Y 0 Y 0 Y 0 Y C  
20691.00 5 .C

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:

AX. INDEX KSL = 17 CH10 367.25 359.88 339.68 345.78 376.98 388.89 377.89

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2

QZUGES = .49528E+07 QTH = .49526E+07 QGAG = .0 ABWEICHUNG: 0.0000  
QZUTHQ = .49528E+07  
QKAMX = 15446.

FREIER SPEICHER IN K: 70 RECHENZEIT: 19.9 SEC

EINGABE: BLOCK II.1

IZLO, IPOS: 1 6 POS: 2, 2 EING.: 6

Die vorgehenden Angaben wiederholen sich für alle 82 Stabbündelelemente des Kernausschnitts.



ERGEBNISSE FUER DIE SPALTZONE: (INCL. AX. BRUTM.)

ANZAHL DER BRENNELEMENTE: 151			
THERM. LEISTUNG:	.6474E+09 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.:	1056.
KUEHLM.-DURCHS.:	.2727E+07 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	564.4

WS/GR  
GRD C

MAXIMAL-WERTE:

BRENNELEMENTLEIST.:	.5646E+07 W	BEI POS.	1, 0
KANALLEIST.:	.1710E+05 W	BEI POS.	1, 0
DRUCKVERLUST:	3.025	ATA BEI POS.	0, 0

ERGEBNISSE FUER DEN RAD. BRUTM.:

ANZAHL DER BRUT-ELEMENTE: 144			
THERM. LEISTUNG:	.2051E+08 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.:	911.9
KUEHLM.-DURCHS.:	.3842E+06 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	418.8

WS/GR  
GRD C

MAXIMAL-WERTE:

BRUT-ELEMENTLEIST.:	.3500E+06 W	BEI POS.	8,12
KANALLEIST.:	3122.	W BEI POS.	8,12
DRUCKVERLUST:	.8077	ATA BEI POS.	8,12

ERGEBNISSE FUER DEN GES. KERN:

ANZAHL DER KERN-ELEMENTE: 295			
THERM. LEISTUNG:	.6679E+09 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.:	1073.
KUEHLM.-DURCHS.:	.3111E+07 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	546.3

WS/GR  
GRD C

RECHENZEIT FUER IZLO=1: 1186.2 SEC

BEGINN EINER NEUEN KERNITERATION

IZLO = 2

\*\*\*\*\*

DATEN ZUR GESAMTRECHNUNG, BLOCK I:

THESYS	SNR	90 GRD	KERNAUSSCHNITT	TEMPERATURVERTEILUNG	(EINGABEBLOCK I)			
.C	4	.C	44	38	2	2	1	0
	1		1	16	7	1	0	0

IZLC,IPOS: 2 1 POS: 0, 0 EING.: 1

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 1  
0 0 1 1 1 Y 4 Y 3 N 5 N 0 N 6 N C  
22032.00 5 -0

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:

AX. INDEX KSL = 17 CH10 409.41 406.53 406.53 407.16 406.53 406.53 407.16

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 1

QZUGES = .54896E+07 QTH = .54822E+07 QGAG = .0 ABWEICHUNG: 0.0013  
QZUTHQ = .54895E+07  
QKAMX = 16268.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FUR DAS Brennelement 0, 0:

IZLO,IPOS: 2 1 POS.: 0, 0 EING.: 1

THE = 377.00 TH2MAX = 584.14 TH2Q = 573.68 CELSIUS  
PE = 10.000 PA = 6.975 DPB = 3.025 GGES = 22032. ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0601

EINTRITT:

ETP = 858.45 WS/GR RHO = 0.86168 GR/CM3 LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 547. CM/S  
RE = 84600. PR = 0.00515

AUSTRITT:

ETP = 1107.61 WS/GR RHO = 0.81453 GR/CM3 LAMBDA = 0.6349 W/(CM\*C) ETA = 0.00214 GR/(S\*CM) W = 578. CM/S  
RE = 115538. PR = 0.00423

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 582.80 C IM KANAL 1, 3 INTERNE KANALNUMMER: 3 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

FREIER SPEICHER IN K: 68 RECHENZEIT: 11.1 SEC

EINGABE: BLOCK II.1  
\*\*\*\*\*

IZLO,IPDS: 2 2 POS: 1, 0 EING.: 2

BLOCK III. 2

1 0 1 1 2 Y 0 Y 6 Y 5 Y C N 0 N C  
21746.00 5 .C

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:

AX. INDEX KSL = 17 CHIO 421.44 407.52 407.52 417.88 429.93 429.93 417.88

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 1

QZUGES = .56421E+07 QTH = .56457E+07 QGAG = .C ABWEICHUNG: 0.0006  
QZUTHQ = .56421E+07  
QKAMX = 17098.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FUER DAS BRENNELEMENT 1, 0:

IZLO,IPCS: 2 2 POS.: 1, 0 EING.: 2

TME = 377.00 TH2MAX = 595.75 TH2Q = 581.87 CELSIUS  
PE = 10.000 PA = 7.045 DPB = 2.555 GGES = 21746. ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0601

EINTRITT:

ETP = 858.45 WS/GR RHO = 0.86168 GR/CM3 LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 539. CM/S  
RE = 83502. PR = 0.00515

AUSTRITT:

ETP = 1117.90 WS/GR RHO = 0.81255 GR/CM3 LAMBDA = 0.6312 W/(CM\*C) ETA = 0.00211 GR/(S\*CM) W = 572. CM/S  
RE = 115241. PR = 0.00421

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 594.86 C IM KANAL 5,31 INTERNE KANALNUMMER:127 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

FREIER SPEICHER IN K: 68 RECHENZEIT: 11.3 SEC

IZLO,IPCS: 2 3 POS: 1, 1 EING.: 3

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 3

21746.00

1

1 1

4

5 .C

Y 0

Y 0

Y 0

N C

Y 0

Y 0

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:  
AX. INDEX KSL = 17 CHIO 411.07

405.50

395.43

400.74

411.31

418.46

417.95

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 1

QZUGES = .55093E+07

QTH = .55085E+07

QGAG = .C

ABWEICHUNG: 0.0001

QZUTHQ = .55093E+07

QKAMX = 16633.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FUER DAS Brennelement 1, 1:

IZLO,IPCS: 2 3 PCS.: 1, 1 EING.: 3

THE = 377.00 TH2MAX = 590.12 TH2Q = 577.01

CELSIUS

PE = 10.000 PA = 7.047 DPB = 2.953 GGES = 21746.

ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0601

EINTRITT:

ETP = 858.45 WS/GR RHO = 0.86168 GR/CM3 LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 539. CM/S  
RE = 83502. PR = 0.00515

AUSTRITT:

ETP = 1111.80 WS/GR RHO = 0.81372 GR/CM3 LAMBDA = 0.6334 W/(CM\*C) ETA = 0.00213 GR/(S\*CM) W = 571. CM/S  
RE = 114528. PR = 0.00421

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 589.15 C IM KANAL 5,38 INTERNE KANALNUMMER: 134 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

FREIER SPEICHER IN K: 68 RECHENZEIT: 11.6 SEC

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 4

20691.00

0

1 1

2

5 .0

Y 0

Y 6

Y 5

Y C

N 0

A C

IZLO, IPOS: 2 4 POS: 2, 0 EING.: 4

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:

AX. INDEX KSL = 17 CHIO 376.98

361.91

361.31

372.27

389.95

389.95

372.27

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 1

QZUGES = .5073CE+07

CZUTHC = .50730E+07

QKAMX = 15560.

QTH = .50681E+07

QGAG = .0

ABWEICHUNG: 0.0010

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FÜR DAS Brennelement 2, 0:

IZLO, IPOS: 2 4 POS.: 2, 0 EING.: 4

THE = 377.00 TH2MAX = 584.89 TH2Q = 570.51

CELSIUS

PE = 10.000 PA = 7.310 DPB = 2.690 GGES = 20691.

ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0602

EINTRITT:

ETP = 858.45 WS/GR RHO = 0.86168 GR/CM3 LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 513. CM/S  
RE = 79451. PR = 0.00515

AUSTRITT:

ETP = 1103.63 WS/GR RHO = 0.81529 GR/CM3 LAMBDA = 0.6363 W/(CM\*C) ETA = 0.00214 GR/(S\*CM) W = 543. CM/S  
RE = 108061. PR = 0.00423

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 584.21 C IM KANAL 5,32 INTERNE KANALNUMMER: 128 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

FREIER SPEICHER IN K: 68 RECHENZEIT: 11.6 SEC

IZLO, IPOS: 2 5 POS: 2, 1 EING.: 5

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 5  
2 1 1 1 4 Y O N C Y C Y C Y O Y C  
20691.00 5 .C

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:

AX. INDEX KSL = 17 CH10 367.25 359.88 339.68 345.78 376.98 388.89 377.69

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 1

QZUGES = .49586E+07 QTH = .49526E+07 QGAG = .0 ABWEICHUNG: 0.0012  
CZUTHC = .49586E+07  
QKAMX = 15446.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FÜR DAS Brennelement 2, 1:

IZLO, IPOS: 2 5 POS.: 2, 1 EING.: 5

THE = 377.00 TH2MAX = 582.04 TH2Q = 566.11 CELSIUS  
PE = 10.000 PA = 7.311 DPB = 2.689 GGES = 20691. ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0602

EINTRITT: ETP = 858.45 WS/GR RHO = 0.86168 GR/CM3 LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 513. CM/S  
RE = 79451. PR = 0.00515

AUSTRITT: ETP = 1098.10 WS/GR RHO = 0.81635 GR/CM3 LAMBDA = 0.6382 W/(CM\*C) ETA = 0.00216 GR/(S\*CM) W = 542. CM/S  
RE = 107443. PR = 0.00425

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 581.72 C IM KANAL 5,36 INTERNE KANALNUMMER: 132 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

FREIER SPEICHER IN K: 68 RECHENZEIT: 11.7 SEC

EINGABE: BLOCK II.1  
\*\*\*\*\*

IZLO, IPOS: 2 6 POS: 2, 2 EING.: 6

BLOCK III. 6  
2 2 1 1 4 N O Y O Y O Y C Y O Y C  
20691.00 5 .0

STABL. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABS:  
AX. INDEX KSL = 17 CHIO 387.95

367.96 358.55 380.67 397.28 407.95 400.75

IHC208I IBCCM - PROGRAM INTERRUPT (P) - UNDERFLOW OLD PSW IS FFE50CCDA62AC81A . REGISTER CCNTAINED FEA4C697

TRACEBACK	ROUTINE	CALLED FROM ISN	REG. 14	REG. 15	REG. 0	REG. 1
	INTER		00008C0C	0E257630	E141C0C0	002C9748
	GELB	0202	5E29748E	002AC358	00000156	00296468
	KASPA	0194	4E2A0186	0029638C	C02798E0	0029EE54
	TEDRU	0296	6E29CEEE	0029EC40	002834EC	0029B04C
	THECO	0372	4E293558	0029AA8C	C0289850	002604DC
	THESYS	0075	422528E8	0025F8B8	C000005B	C0000000
	MAIN		0001CD20	01252220	FD000008	002C97F8

ENTRY POINT= 01252220

STANDARD FIXUP TAKEN , EXECUTION CONTINUING

IHC208I IBCCM - PROGRAM INTERRUPT (P) - UNDERFLOW OLD PSW IS FFE5000DA62AC81A . REGISTER CCNTAINED FEA4C697

TRACEBACK	ROUTINE	CALLED FROM ISN	REG. 14	REG. 15	REG. 0	REG. 1
	INTER		00008C0C	0E257630	E141C0C0	002C9748
	GELB	0202	5E29748E	002AC358	00000156	00296468
	KASPA	0194	4E2A0186	00296380	002798E0	0029EE54
	TEDRU	0296	6E29CEEE	0029EC40	0028348C	C029BC4C
	THECO	0372	4E293558	0029AA80	00289850	002604DC
	THESYS	0075	422528E8	0025F8B8	C000005B	C0000000
	MAIN		0001CD20	01252220	FD000008	002C97F8

ENTRY POINT= 01252220

STANDARD FIXUP TAKEN , EXECUTION CONTINUING

IHC208I IBCOM - PROGRAM INTERRUPT (P) - UNDERFLOW OLD PSW IS FFE5000DA62AC81A . REGISTER CCNTAINED FEA4C697

TRACEBACK	ROUTINE	CALLED FROM ISN	REG. 14	REG. 15	REG. 0	REG. 1
	INTER		00008C0C	0E257630	E141C000	002C9748
	GELB	0202	5E29748E	002AC358	C0C00156	00296468
	KASPA	0194	4E2A0186	00296380	002798E0	0029EE54



TEDRU	0296	6E29CEEE	0029EC40	002834BC	0029BC4C
THECO	0372	4E293558	0029AA8C	00289850	002604DC
THESYS	0075	42252BE8	0025F8B8	0000005B	000000C0
MAIN		0001CD20	01252220	FD000008	002C97F8

ENTRY POINT= 01252220

STANDARD FIXUP TAKEN , EXECUTION CONTINUING

IHO208I IBCCM - PROGRAM INTERRUPT (P) - UNDERFLOW OLD PSM IS FFE5000D662AC8D2 . REGISTER CCNTAINED 7FF9F796

TRACEBACK	ROUTINE	CALLED FROM ISN	REG. 14	REG. 15	REG. 0	REG. 1
	INTER		00C0BCCC	0E257630	E141C0C0	002C9748
	GELB	0202	5E29748E	002AC358	00000156	00256468
	KASPA	0194	4E2A0186	00296380	0027A1F8	0029EE54
	TEDRU	0296	6E29CEEE	0029EC40	002834BC	0029BC4C
	THECO	0372	4E293558	0029AA80	00289850	002604DC
	THESYS	0075	42252BE8	0025F8B8	0000005B	00000000
	MAIN		0001CD20	01252220	FD000008	002C97F8

ENTRY POINT= 01252220

STANDARD FIXUP TAKEN , EXECUTION CONTINUING

IHO208I IBCCM - PROGRAM INTERRUPT (P) - UNDERFLOW OLD PSM IS FFE5000D662AC8D2 . REGISTER CCNTAINED 7F8DC1A5

TRACEBACK	ROUTINE	CALLED FROM ISN	REG. 14	REG. 15	REG. 0	REG. 1
	INTER		0000BCCC	0E257630	E141C000	002C9748
	GELB	0202	5E29748E	002AC358	00000156	00256468
	KASPA	0194	4E2A0186	00296380	0027A1F8	0029EE54
	TEDRU	0296	6E29CEEE	0029EC4C	002834BC	0029BC4C
	THECO	0372	4E293558	0029AA80	00289850	002604DC
	THESYS	0075	42252BE8	0025F8B8	0000005B	00000000
	MAIN		0001CD20	01252220	FD000008	002C97F8

ENTRY POINT= 01252220

STANDARD FIXUP TAKEN , EXECUTION CONTINUING

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 1  
 QZUGES = .52222E+07 QTH = .52269E+C7 QGAG = .0 ABWEICHUNG: 0.0009  
 QZUTHQ = .52222E+07  
 QKAMX = 16213.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FUER DAS Brennelement 2, 2:

IZLO,IPES: 2 6 PCS.: 2, 2 EING.: 6

THE = 377.00 TH2MAX = 592.98 TH2Q = 576.25 CELSIUS  
PF = 10.000 PA = 7.308 DPB = 2.692 GGES = 20691. ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0602

EINTRITT:

ETP = 858.45 WS/GR RHO = 0.86168 GR/CM<sup>3</sup> LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 513. CM/S  
RE = 79451. PR = 0.00515

AUSTRITT:

ETP = 1110.84 WS/GR RHO = 0.81391 GR/CM<sup>3</sup> LAMBDA = 0.6337 W/(CM\*C) ETA = 0.00213 GR/(S\*CM) W = 543. CM/S  
RE = 108865. PR = 0.00422

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 592.54 C IM KANAL 5,37 INTERNE KANALNUMMER:133 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

FREIER SPEICHER IN K: 68 RECHENZEIT: 11.7 SEC

DIE AUFGETRETENEN UNDERFLOWS SIND OHNE BEDEUTUNG!

DIE VORGEHENDEN ANGABEN WIEDERHOLEN SICH FÜR ALLE

82 STABBÜNDELELEMENTE DES KERNAUSSCHNITTS.

ERGEBNISSE FUER DIE SPALTZONE: (INCL. AX. BRUTH.)

ANZAHL DER BRENNELEMENTE: 151			
THERM. LEISTUNG:	.6474E+09 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.:	1096.
KUEHLM.-DURCHS.:	.2727E+07 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	564.1
WS/GR			
GRD C			
MAXIMAL-WERTE:			
BRENNELEMENTLEIST.:	.5646E+07 W	BEI POS.	1, 0
KANALLEIST.:	.1710E+05 W	BEI POS.	1, 0
DRUCKVERLUST:	3.025	ATA BEI POS.	0, 0

ERGEBNISSE FUER DEN RAD. BRUTH.:

ANZAHL DER BRUT-ELEMENTE: 144			
THERM. LEISTUNG:	.2051E+08 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.:	914.8
KUEHLM.-DURCHS.:	.3842E+06 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	421.0
WS/GR			
GRD C			
MAXIMAL-WERTE:			
BRUT-ELEMENTLEIST.:	.3500E+06 W	BEI POS.	8,12
KANALLEIST.:	3122.	W BEI POS.	8,12
DRUCKVERLUST:	.8077	ATA BEI POS.	8,12

ERGEBNISSE FUER DEN GES. KERN:

ANZAHL DER KERN-ELEMENTE: 295			
THERM. LEISTUNG:	.6679E+09 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.:	1073.
KUEHLM.-DURCHS.:	.3111E+07 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	546.3
WS/GR			
GRD C			

RECHENZEIT FUER IZLO=2: 845.7 SEC

Anwendungsbeispiel 1, zweiter Lauf:

- THESYS - Lauf mit 3. Kerniterationsschritt

```

JOB ORIGIN FROM LOCAL DEVICE=RD2 ,02C.
//IRE7203I JOB (0720,330,26T20),BASMF3,REGION=490K,TIME=40
/*SETUP DEVICE=2314,IO=GFK009
/*SETUP DEVICE=TAPEA,IO=DV0360
/*SETUP DEVICE=TAPEA,IO=DV0660
/*SETUP DEVICE=TAPEX,IO=DV0670
/*FORMAT PR,DDNAME=SYSMMSG,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=SYSPRINT,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=FT07F001,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=FT06F001,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*MAIN LINES=3, HOLD=YES
// EXEC FHCLG,LIB=IRE,PARM.L='MAP,LIST,IVLY',
// COND.L=(4,LT),COND.G=(4,LT)
//C.SYSIN DD *
/*
//L.SYSLIN DD
// DD *
/*
//L.SYSLIB DD
// DD
// DD
// DD DSN=THECLO,IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
// DD DSN=LJAD,IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//L.THECLO DD DSN=THECLO,IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//L.LIB DD DSN=LJAD,IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//G.FT01F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)), 00000170
// DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=1680) INPUT FOR THELVU
//G.FT02F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),DCB=*.FT01F001 THESYS
//G.FT03F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),DCB=*.FT01F001 THEORA
//G.FT04F001 DD UNIT=TAPEA,VOL=SER=DV0360,DSN=SNRSL,IRE720,LABEL=4,
// DISP=(OLD,PASS) STABLEIST.-VERT.
//G.FT07F001 DD SYSJIT=A,DCB=*.FT06F001 THECA-OUTPUT
//G.FT08F001 DD UNIT=TAPEA,VOL=SER=DV0660,DSN=SNRKS2,IRE720,LABEL=1,
// DISP=(OLD,PASS) KASTENW.-TEMP.
//G.FT09F001 DD UNIT=TAPEX,VOL=SER=DV0670,DSN=SNRKS1,IRE720,LABEL=1,
// DISP=(OLD,PASS) ZW-SP KAST.-TEMP.
//G.FT10F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(500,100)),
// DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) KUKA-DATEI 00000250
//G.FT11F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)), 00000260
// DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) STABLEIST-KOFFF. 00000270
//G.FT12F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)), 00000280
// DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) THEORA-RESULTS 00000290
//G.FT13F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)) FEEDBACK-BLOCK 00000300
//G.FT15F001 DD DUMMY
//G.FT16F001 DD DUMMY
//G.FT19F001 DD DUMMY
//G.FT21F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1,1)) THESYS INP-ZW-SP 1 00000340
//G.FT22F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1,1)) THESYS INP-ZW-SP 2 00000350
//G.FT25F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)) THESYS INP-ZW-SP 3 00000360
//G.SYSIN DD *
/*

```

Linkage Editor-Input:

```
F88-LEVEL LINKAGE EDITOR OPTIONS SPECIFIED MAP,LIST,OVLY
      DEFAULT OPTION(S) USED - SIZE=(114688,32768)
IEW0000    INCLUDE THECLO(THESYS)
IEW0000    INCLUDE LOAD(NAFU)
IEW0000    ENTRY MAIN
IEW0201
```

Compile-Input für Reibbeiwertroutine:

```
ISN 0002      FUNCTION FWFU(RE,IKA)
              C
              C      FUNCTION ZUR ERMITTLUNG DES REIBBEIWERTE
              C
ISN 0003      COMMON/CFWFU/ AF,BF,SZD,WZD,IPOS,ILB
              C
ISN 0004      IF(ILB.EQ.2) GO TO 1
              C      REIBBEIWERTE FUER SNR NACH IA
ISN 0006      FWFU=50./RE**0.86+0.0189-374.5/RE**1.5
ISN 0007      RETURN
ISN 0008      1 CONTINUE
              C      REIBBEIWERTE FUER RADIALES BLANKET
ISN 0009      FWFU=0.03
ISN 0010      ENTRY FWFUW(RE)
ISN 0011      RETURN
ISN 0012      END
```

## LIST OF INPUT

0000JJJJ01111111112222222222333333333344444444445555555555666666666677777777778  
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CARD	1	THESYS	SNR	90	GRD	KERN	HAUSCHNITT,	TEMPERATUR	VERTEILUNG	(EINGABERLOCK 1)
CARD	2		4		44	38		3	3	
CARD	3		0.		0.	0.				
CARD	4		1		1	16		7	1	
CARD	5		DATEN FUER STABBUENDEL DER SPALTSTOFFZONE:							(EINGABERLOCK II.1)
CARD	6		10.		377.	169			5	
CARD	7		WL		RA	OXYD		YES	YES	
CARD	8		.6349		.79647	0.		0.	.611)	.0383
CARD	9		96.24		40.				5.E-5	0.
CARD	10					1.		1.	1.	.457
CARD	11		0.5		0.5	1.233		16.5)	1.	.9213
CARD	12		0.21		0.21	0.024			1.	1.658
CARD	13		1.5							1.
CARD	14		7.		.025	0.8		0.8	0.	0.
CARD	15									1.E10
CARD	16		DATEN FUER STABBUENDEL DES RAD. BRUTMANTELS:							(EINGABERLOCK II.2)
CARD	17		10.		377.	91			5	
CARD	18		WL		RA	OXYD		YES	YES	
CARD	19		.95		1.07	6.		2.5	0.5	0.05
CARD	20		96.24		40.					.28
CARD	21					1.		1.	1.	.457
CARD	22		0.5		0.5					
CARD	23		0.21		0.21	0.024				1.
CARD	24		0.		-1.	1.		1.	1.	1.
CARD	25		7.		.025	0.8		0.8	0.	0.06
CARD	26									60.
CARD	27		DATEN FUER DIE EINZELNEN KERNPOSITIONEN:							(EINGABERLOCK III)
CARD	28		0	0	1	1	1	Y 4	Y 3	N 5
CARD	29		22332.0					Y 0	Y 6	Y 5
CARD	30		1	0	1	1	2	Y 0	Y 6	Y 5
CARD	31		21746.0					Y 0	N 0	N 0
CARD	32		1	1	1	1	4	Y 0	Y 0	Y 0
CARD	33		21746.0					Y 0	N 0	N 0
CARD	34		2	0	1	1	2	Y 0	Y 6	Y 5
CARD	35		20691.0					Y 0	N 0	N 0
CARD	36		2	1	1	1	4	Y 0	N 0	Y 0
CARD	37		20691.0					Y 0	Y 0	Y 0
CARD	38		2	2	1	1	4	N 0	Y 0	Y 0
CARD	39		20691.0					Y 0	Y 0	Y 0
CARD	40		2	3	1	1	2	Y 4	Y 3	N 0
CARD	41		21746.0					N 0	N 0	N 0
CARD	42		3	0	1	1	2	Y 0	Y 6	Y 5
CARD	43		18862.0					Y 0	N 0	N 0
CARD	44		3	1	1	1	4	Y 0	Y 0	N 0
CARD	45		18862.0					Y 0	Y 0	Y 0
CARD	46		3	3	1	1	4	Y 0	Y 0	Y 0
CARD	47		18862.0					Y 0	Y 0	N 0
CARD	48		3	4	1	1	2	Y 0	Y 0	N 0
CARD	49		19346.0					Y 0	N 0	Y 0
CARD	50	</								

### LIST OF INPUT

00000000111111112222222233333333444444445555555566666666777777778  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

[illegible]

### LIST OF INPUT

000000001111111122222222333333333344444444555555555666666666677777777778  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

[illegible]



LIST OF INPUT

00000000011111111112222222222333333333344444444445555555555666666666677777777778  
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CARD 181	764.0								
CARD 182	10 8	2 3 4	Y 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	
CARD 183	764.0								
CARD 184	10 12	2 3 4	N 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	
CARD 185	764.0								
CARD 186	10 13	2 3 4	Y 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	
CARD 187	764.0								
CARD 188	10 14	2 3 4	Y 0	N 0	N 0	Y 0	Y 0	Y 0	
CARD 189	764.0								
CARD 190	10 15	2 3 2	Y 4	N 0	N 0	N 0	N 0	Y 5	
CARD 191	764.0								

END OF INPUT

```

*****
*
*       T H E S Y S
*
*       STAND VOM JUNI 74
*
*       LAUF VOM 24.08.76 02.56 UHR
*
*****

```

DATEN ZUR GESAMTRECHNUNG, BLOCK I:

THESYS	SNR	90	GRD	KERNAUSSCHNITT,	TEMPERATURVERTEILUNG	(EINGABEBLOCK I)				
.0	4	.0	44	.0	38	3	1	0	0	0
	1		1		16	7	0			

EINGABEDATEN DER BRENNNELEMENTE, BLOCK II.1:

DATEN FUER STAEBBUENDEL DER SPALTSTOFFZONE:				(EINGABEBLOCK II.1)			
10.00000	377.0000	169	.0	.0	0	5	
	4L	RA	0XYD	YES	YES		
.6049000	.7964700	.0	.0	.6110000	.3830000E-01	.3027000	.4570000
96.24001	40.00000	.0	.0	.5000000E-04	.0	-.6500001E-03	.0
.0	.0	1.000000	1.000000	1.000000	.0	.0	.0
.5000000	.5000000	1.233000	16.50000	1.000000	.9213000	1.658000	1.000000
.2100000	.2100000	.2400000E-01	.0	.0	1.000000	1.000000	.0
1.500000	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.000000	.2500000E-01	.9000000	.8000000	.0	.0	.9999999E+10	1.100000
0	0	0	0	0	0	0	0

EINGABEDATEN DER BRITTELEMENTE, BLOCK II.2:

DATEN FUER STAEBBUENDEL DES RAD. BRUTMANTELS:				(EINGABEBLOCK II.2)			
10.00000	377.0000	91	.0	.0	0	5	
	WL	RA	0XYD	YES	YES		
.9500000	1.000000	6.000000	2.500000	.5000000	.5000000E-01	.2800000	.4570000
96.24001	40.00000	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.0	.0	1.000000	1.000000	1.000000	.0	.0	.0
.5000000	.5000000	.0	.0	.0	.0	.0	1.000000
.2100000	.2100000	.2400000E-01	.0	.0	1.000000	1.000000	.0
.0	-1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	.6000000E-01	60.00000	.0
7.000000	.2500000E-01	.9000000	.8000000	.0	.0	.9999999E+10	1.100000
0	0	0	0	0	0	0	0

FOLGENDE PROBLEMABHAEVIG. UNTERPROGR. SIND GELADEN:

TURBU: MISCHRATE UND EFFEKTIVE MISCH-LAEVGE NACH RAD/ANGLE (C33RA)  
BNWL-371 PT2 ERSTELLT: JANUAR 1972

EINGABE: BLOCK III.1

IZLO,IPDS: 3 1 PCS: 0,0 FLAG.: 1

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 1

0 1 1 1 5 4 5 3 N 5 N 0 N 6 N 0  
22032.00 5 .0

\*\*\*\* DATEN AUS GEDD \*\*\*\*

RHENDLEKENNORDRESSEN NST = 160 N = 9 JI = 16 IECK = 295 NCFS = 342

INDDMAI E-KANAELE FKN(1) = 0.130997 CM\*\*2 USN(1) = 0.950177 CM DHN(1) = 0.551465 CM  
FKN(2) = 0.120378 CM\*\*2 USN(2) = 1.746646 CM DHN(2) = 0.435985 CM  
FKN(3) = 0.044896 CM\*\*2 USN(3) = 0.756025 CM DHN(3) = 0.237537 CM  
EPIN = 0.287391 CM\*\*2 UPIN = 1.300353 CM EKPIN = 0.261994 CM\*\*2

GESAMT-RHENDLE ZW = 11.5581 SWA = 11.1011 SWI = 10.4957 CM  
EZFEL = 115.6215 EKAET = 11.2115 ES9 = 22.7331 FKB = 55.9126 FBR = 37.0458 CM\*\*2  
ALFA = 0.4333 BETA = 0.1965 WEGA = 0.3202  
ESKT = 95.3439 EKT = 46.7783 HBJT = 357.247 CHB = 0.5238 CM\*\*2 / CM

ZUSATZLICHE FLAECHE UND UMFANG DURCH LINER BEI RAND- UND ECKKANAELEN  
ELIN2 = 0.00005 ULIN2 = 0.0 ELIN3 = -0.00065 ULIN3 = 0.0 CM\*\*2 / CM

STAB. DER ECK- UND DES ZENTR.-STABE:

AX. INDEX KSI = 17 CHIO 409.41 406.53 406.53 407.16 406.53 406.53 407.16

\*\*\*\* ENERGIERELIANZ NACH IZ = 1

OZUGES = .54996E+07 OTH = .54822E+07 OGAG = .0 ABWEICHUNG: 0.0013  
OZITHO = .54996E+07  
OKAMX = 1626R.

\*\*\* THERMODYNAMISCHE DATEN FUEB DAS BEHEIZLEMENT 0, 0:

IZLO,IPDS: 3 1 PCS.: 0,0 FLAG.: 1

THE = 377.00 TH2MAX = 584.14 TH22 = 573.69 CELSIUS  
DE = 10.000 DA = 6.975 DPA = 3.025 GGCS = 22032. ATA / GR/S

MITTELSTO BEIHEIZWEIT EW = 0.0601

EINTRITT:

ETD = 059.45 WS/GR RHO = 0.86168 GR/CM3 LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 547. CM/S  
DE = 94600. DP = 0.00515

AUSGANG:

ETD = 1177.61 WS/GR RHO = 0.81453 GR/CM3 LAMBDA = 0.6349 W/(CM\*C) ETA = 0.00214 GR/(S\*CM) W = 578. CM/S  
DE = 115537. DP = 0.00423

MAX. KUEHLMITTELTMP. THCMAX = 582.80 C IM KANAL 1, 6 INTERNE KANALNUMMER: 6 KANALTYP: 1

BECHNUNG MIT WARMUELEITUNG IM KUEHLMITTEL

ERGEB. SPEICHER IN K: 66 BECHENZET: 22.4 SEC

EINGABE: BLOCK II.1

IZLO,IPDS: 3 2 POS: 1, 0 FING.: 2

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 2

21746.00

1 0 1 1 2 Y 0 Y 6 Y 5 Y 0 N C N 0  
5 .0

STABL. DER FCK- UND DES ZENTR.-STARS:

AX. INDEX KSL = 17 CHIO 421.44 407.52 407.52 417.88 429.93 429.93 417.88

\*\*\*\* ENERGIEREICH NACH IZ = 1

QZUGES = .56419E+07 QTH = .56457E+07 OGAG = .0

ABWEICHUNG: 0.0007

QZUTHQ = .56419E+07

OKAMX = 17098.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FÜR DAS BEHEIZLEMENT 1, 0:

IZLO,IPDS: 3 2 POS: 1, 0 FING.: 2

THF = 377.00 TH2MAX = 595.75 TH2Q = 581.96

CFLSIUS

PF = 10.000 PA = 7.045 DOR = 2.955 GGES = 21746.

ATA / GR/S

MITTELWER BEI BEHEIZWERT FW = 0.0601

EINTRITT:

FTP = 859.45 WS/GR RHC = 0.86169 GR/CM3 LAMBDA = 0.7272 W/(CM\*C) ETA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 539. CM/S  
PF = 83502. PR = 0.00515

AUSTRITT:

FTP = 1117.89 WS/GR RHC = 0.81255 GR/CM3 LAMBDA = 0.6312 W/(CM\*C) ETA = 0.00211 GR/(S\*CM) W = 572. CM/S  
PF = 115239. PR = 0.00421

MAX. KÜHLMITTELTEMP. THCMAX = 594.86 C IM KANAL 5,31 INTERNE KANALNUMMER:127 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WÄRMELEITUNG IM KÜHLMITTEL

FRÜHER SPEICHER IN K: 96 RECHENZEIT: 29.3 SEC

FINGARE: BLOCK III.1

IZLO,IPDS: 3 3 POS: 1, 1 FING.: 3

\*\*\*\*\*

BLOCK III. 3

1 1 1 1 4 Y 0 Y 0 Y 0 N 0 Y 0 Y 0  
21746.00 5 .0

STABI. DER ECK- UND DES ZENTR.-STARS:

AX. INDEX KSL = 17 CHIO 411.07 405.50 395.43 400.74 411.31 418.46 417.95

\*\*\*\*\* ENERGIETRILANZ NACH 17 = 1

QTHCES = .55093E+07 QTH = .55085E+07 QGAG = .0 ARWEICHUNG: 0.0001  
QTHTHO = .55093E+07  
OKAMX = 16633.

\*\*\* THERMODYNAMISCHE DATEN FÜR DAS BRENNNELEMENT 1, 1:

IZLO,IPDS: 3 3 POS.: 1, 1 FING.: 3

TFE = 377.00 TH2MAX = 590.12 TH20 = 577.01 CELSIUS

PE = 10.000 PA = 7.047 PDR = 2.953 GGCS = 21746. ATA / GR/S

MITTLERER BEIßREIHWERT EW = 0.0601

EINTRITT:

ETP = 959.45 WS/GR RHO = 0.96169 GR/CM3 LAMPCA = 0.7272 W/(CM\*C) FTA = 0.00292 GR/(S\*CM) W = 539. CM/S  
PE = 93502. PR = 0.00515

AUSTRITT:

ETP = 1111.79 WS/GR RHO = 0.91372 GR/CM3 LAMBDA = 0.6334 W/(CM\*C) FTA = 0.00213 GR/(S\*CM) W = 571. CM/S  
PE = 114527. PR = 0.00422

MAX. KÜHLMITTELTEMP. THCMAX = 589.14 C IM KANAL 5,38 INTERNE KANALNUMMER:134 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WÄRMELEITUNG IM KÜHLMITTEL

BEFRIER SPEICHER IN K: 56 RECHENZEIT: 29.7 SEC

Die vorgehenden Angaben wiederholen sich für alle 82 Stabbündelelemente des Kernausschnitts.

ERGEBNISSE FÜR DIE SPALTZONE: (INCL. AX. BRÜTM.)

ANZAHL DER BRENN-ELEMENTE: 151			
THERM. LEISTUNG: .6474E+09 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-FATH.:	1096.	WS/GR
KÜHELM.-DURCHS.: .2727E+07 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	564.1	GRD C
MAXIMAL-WERTE:			
BRENN-ELEMENTE LEIST.: .5646E+07 W	BEI PCS. 1, 0		
KANALLEIST.: .1710E+05 W	BEI PCS. 1, 0		
DRUCKVERLUST: 3.025	ATA BEI PCS. 0, 0		

ERGEBNISSE FÜR DEN RAD. BRÜTM.:

ANZAHL DER BRÜT-ELEMENTE: 144			
THERM. LEISTUNG: .2051E+08 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-FATH.:	914.5	WS/GR
KÜHELM.-DURCHS.: .3842E+06 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	420.8	GRD C
MAXIMAL-WERTE:			
BRÜT-ELEMENTE LEIST.: .2500E+06 W	BEI PCS. 8,12		
KANALLEIST.: 3122.	W BEI PCS. 8,12		
DRUCKVERLUST: .8079	ATA BEI PCS. 8,12		

ERGEBNISSE FÜR DEN GES. KERN:

ANZAHL DER KERN-ELEMENTE: 265			
THERM. LEISTUNG: .6679E+09 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-FATH.:	1073.	WS/GR
KÜHELM.-DURCHS.: .3111E+07 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	546.3	GRD C

RECHENZEIT FÜR IZLO=3: 1971.7 SEC

Anwendungsbeispiel 2:

- THECA: THESYS - THEDRA Testbeispiel

```

JOB ORIGIN FROM LOCAL DEVICE=RD1 ,00C.
//IRE720X1 JOB (0720,330,P6T2D),BASMER,REGION=480K,TIME=7
/*MAIN LINES=2
/*SETUP DEVICE=2314,IO=GFK009
/*FORMAT PR,DDNAME=SYMSG,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=SYSPRINT,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=FT07F001,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
/*FORMAT PR,DDNAME=FT06F001,FORMS=REPRO,OVFL=ON,COPIES=2
// EXEC FGLG, LIB=IRE,PARM.L='MAP,LIST,OVLY',
// COND.L=(4,LT),COND.G=(4,LT)
//L.SYSLIN DD *
/*
//L.SYSLI9 DD
// DD
// DD
// DD DSN=THECLO.IRE 720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
// DD DSN=LOAD.IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//L.THECLO DD DSN=THECLO.IRE 720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//L.LI9 DD DSN=LOAD.IRE720,UNIT=2314,VOL=SER=GFK009,DISP=SHR
//G.FT01F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),
DCB=(RECFM=FB,LRECL=80,BLKSIZE=1680) INPUT FOR THELVU
//G.FT02F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),DCB=*FT01F001 THESYS
//G.FT03F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)),DCB=*FT01F001 THEDRA
//G.FT07F001 DD SYSOUT=A,DCB=*FT06F001 THECA-OUTPUT
//G.FT08F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(10,5)) KASTENWAND-TEMP.
//G.FT09F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(10,5)) ZW-SPEICHER KAST-TEMP.
//G.FT10F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(20,5)),
DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) KUKA-DATEI
//G.FT11F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)),
DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) STABLEIST-KOEFF.
//G.FT12F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)),
DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=3520) THEDRA-RESULTS
//G.FT13F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(5,1)) FEEDBACK-BLOCK
//G.FT15F001 DD DUMMY THELVU NEUTR.FL.
//G.FT16F001 DD DUMMY THELVU SPALTQUER.
//G.FT19F001 DD DUMMY THESYS DUMMY-OUTPLT
//G.FT21F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1,1)) THESYS INP-ZW-SP 1
//G.FT22F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(1,1)) THESYS INP-ZW-SP 2
//G.FT25F001 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(3,1)) THESYS INP-ZW-SP 3
//G.SYSIN DD *
/*

```

## LIST OF INPUT

000000000111111111112222222222333333333344444444445555555555666666666677777777778  
 1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CARD 1	THECA	TEST SAMPLE: STATIST. HOT SPOT ANALYSIS OF A NA-COOLED FAST BREEDER	
CARD 2	1	0	2
CARD 3			
CARD 4	THESYS	TESTSAMPLE FOR STATIST. HOT SPOT ANALYSIS	(THESYS-BLOCK I)
CARD 5	0	2	
CARD 6	0.	0.16	0.12
CARD 7	1	1	12
CARD 8		COMMON ROD BUNDLE DATA	(THESYS-BLOCK II.1)
CARD 9	10.	380.	91
CARD 10	WL	RA	CXYD
CARD 11	.60	.79	0.
CARD 12	100.	40.	0.8
CARD 13	.060	0.	0.6
CARD 14	0.5	0.5	1.
CARD 15	.21	.21	0.024
CARD 16	1.5		.80
CARD 17	7.	.025	.0075
CARD 18	6	18	0.8
CARD 19		6	0.
CARD 20		21	0.
CARD 21	1	0	1.
CARD 22	600.	2	1.
CARD 23	430.	430.	1.
CARD 24	2	0	1.
CARD 25	600.	1	1.
CARD 26	400.	2	1.
CARD 27		370.	1.
CARD 28	THEDRA	TEST SAMPLE: SODIUM COOLED FAST BREEDER REACTOR	(THEDRA-INPUT)
CARD 29	2	0	1
CARD 30	0.	2.5	2
CARD 31	2.	1.	0
CARD 32	560.	900.	2
CARD 33	1	1	1
CARD 34	1.	1.	1.
CARD 35	1	2	1.
CARD 36	1.	1.	1.
CARD 37	0.8	7.	1.
CARD 38	1	5	1.05
CARD 39	1	3	1.07
CARD 40	1	5	
CARD 41	1	6	
CARD 42	1	6	
CARD 43	1	7	
CARD 44	2	1	
CARD 45	2	6	
CARD 46	3	4	
CARD 47	3	1	
CARD 48	3	1	
CARD 49	3	6	
CARD 50	3	6	
CARD 51	4	3	
CARD 52	4	1	
CARD 53	4	1	
CARD 54	4	6	
CARD 55	5	8	
CARD 56	5	2	
CARD 57	5	3	
CARD 58	5	4	
CARD 59	5	5	
CARD 60	5	6	



LIST OF INPUT

0000000001111111112222222223333333334444444445555555556666666667777777778  
 1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

CARD	61	5	6	FUEL ENRICHMENT	0.010
CARD	62	5	6	AXIAL FLUX	0.020
CARD	63	5	6	ECCENTRICITY	0.025
CARD	64				

END OF INPUT

DIE EINGABE ENTHAELT FOLGENDE BLOECKE:

1. THEDA -BLOCK
2. THESYS-BLOCK
3. THEDRA-BLOCK

FOLGENDE MODULN WERDEN IM 1. DURCHGANG AUSGEFUEHRT:

THESYS  
THEDRA

MAXIMAL 2 DURCHGAENGE WERDEN AUSGEFUEHRT.

GEFORDERTE ITERATIONSGENAUIGKEIT:  $\Delta T_{HF} = 1.0$   $\Delta T_{OP} = 1.0$

1. DURCHGANG:

THESYS WIRD AUSGEFUEHRT  
AUSFUEHRUNG BEENDET

THEDRA WIRD AUSGEFUEHRT  
AUSFUEHRUNG BEENDET

DIE VON THEDRA ERMITTELTEN NEUEN ELEMENT-AUSTR.-TEMP. ERGEBEN FUER DIE MITTL. REAKT.-AUSTR.-TEMP. FOLGENDE AENDERUNGEN:

ANPASSUNG AN HEISSTELLENFAKT.:	CA. -8.93 C
DURCHSATZOPTIMIERUNG:	CA. -0.12 C
GESAMTAENDERUNG:	CA. -9.05 C

RUECKKOPPL.-BLOCK (FILE 13) ENTHAELT DIE NEUEN ELEMENT-AUSTR.-TEMP.  
RECHNUNG WIRD FORTGESETZT.

2. DURCHGANG:

THESYS WIRD AUSGEFUEHRT  
AUSFUEHRUNG BEENDET

THEDRA WIRD AUSGEFUEHRT  
AUSFUEHRUNG BEENDET

DIE VON THEDRA ERMITTELTEN NEUEN ELEMENT-AUSTR.-TEMP. ERGEBEN FUER DIE MITTL. REAKT.-AUSTR.-TEMP. FOLGENDE AENDERUNGEN:

ANPASSUNG AN HEISSTELLENFAKT.:	CA. 1.59 C
DURCHSATZOPTIMIERUNG:	CA. -0.28 C
GESAMTAENDERUNG:	CA. 1.30 C

RUECKKOPPL.-BLOCK (FILE 13) ENTHAELT DIE NEUEN ELEMENT-AUSTR.-TEMP.  
RECHNUNG WIRD FORTGESETZT.

NMAX = 2 VORGEBENE ANZAHL VON DURCHGAENGEN ERREICHT  
ENDE DER RECHNUNG.

```

*****
*                                     *
*               T H E S Y S          *
*               STAND VOM JUNI 74     *
*               LAUF VOM 12.06.75     *
*               11.25 UHR             *
*                                     *
*****

```

DATEN ZUR GESAMTRECHNUNG, BLOCK I:

```

THESYS TESTSAMPLE FOR STATIST. HOT SPOT ANALYSIS
      0      2      0      1      0      1      0      0
      1      1      1      3      1      0      0
      .0      .1600000      .1200000      .0      .0

```

EINGABEDATEN DER BRENNELEMENTE, BLOCK II.1:

```

COMMON ROD BUNDLE DATA
10.00000 380.0000 91 .8000000 (THESYS-BLOCK II.1)
      WL      RA      DXYD      YES      NO      2      0
      .6000000 .7900000 .0      .0      .6000000 .3800000E-01 .3000000 .4500000
      100.0000 40.00000 .0      .0      .0      .0      .0      .0
      .6000000E-01 .0      1.000000 1.000000 .0      .0      .0      .0
      .5000000 .5000000 .0      .0      .0      .0      .0      .0
      .2100000 .2100000 .0      .0      .7500000E-02 1.000000 1.000000 1.000000
      1.500000 .0      .0      .0      .0      .0      .0      .0
      7.000000 .2500000E-01 .8000000 .8000000 .0      .0      .9999999E+10 1.100000 0
      6      18      6      21      0      0      0      0      0

```

EINGABEDATEN DER BRUTELEMENTE, BLOCK II.2:

NOBLANKET

(THESYS-BLOCK II.2)

FOLGENDE PROBLEMAHBAENG. UNTERPROGR. SIND GELADEN:

FWFU: STANDARD-FUNCTION FW=AF/RE\*\*BF AF,BF=EINGABEGROESSEN, RE=R  
EYNOLDSZAHL

TUR3U: MISCHRATE UND EFFEKTIVE MISCH-LAENGE NACH ROWE/ANGLE (COBRA)  
BNWL-371 PT2 ERSTELLT: JANUAR 1972

IZLO, IPOS: 1 2 POS: 1, 0 EING.: 1

EINGABE: BLOCK II.1  
\*\*\*\*\*

10.00000	380.0000	91	.8000000	.0	2	0
WL	RA	0XYD	YES	NO		
.6000000	.7900000	.0	.0	.6000000	.3800000E-01	.3000000
100.0000	40.00000	.0	.0	.0	.0	.0
.6000000E-01	.0	1.000000	1.000000	1.000000	.0	.0
.5000000	.5000000	.0	.0	.0	.0	.0
.2100000	.2100000	.2400000E-01	.8000000	.7500000E-02	1.000000	1.000000
1.500000	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.000000	.2500000E-01	.8000000	.8000000	.0	.0	.9999999E+10
6	18	6	21			
BLOCK III. 1	0	1 1	60	0	0	0
600.0000		2	.0	0	0	0
430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000

\*\*\*\* DATEN AUS GEPO \*\*\*\*

BUENDELKENNGROESSEN	NST = 91	N = 6	JJ = 12	JECK = 151	NGES = 186
'NORMAL'-KANAELE	FKN(1) = 0.128871 CM**2	USN(1) = 0.942480 CM	DHN(1) = 0.546945 CM		
	FKN(2) = 0.185688 CM**2	USN(2) = 1.732479 CM	DHN(2) = 0.428722 CM		
	FKN(3) = 0.042619 CM**2	USN(3) = 0.747700 CM	DHN(3) = 0.228000 CM		
	FPIN = 0.282744 CM**2	UPIN = 1.884959 CM	FKPIN = 0.257742 CM**2		
GESAMT-BUENDEL	ZW = 8.7196	SWA = 8.2696	SWI = 7.6696	FKB = 31.9422	FBB = 19.6243
	FZELL = 65.8450	FKASt = 8.1731	FSB = 14.2785		
	ALFA = 0.4851	BETA = 0.2168	OMEGA = 0.2980		
	FSKI = 50.8866	FKI = 25.1570	UBUI = 197.833	DHB = 0.5087	
	ZUSAETZLICHE FLAECHEN UND UMFANGEN	DURCH LINER BEI RAND- UND ECKKANAELEN			
	FLIN2 = 0.0	ULIN2 = 0.0	FLIN3 = 0.0	ULIN3 = 0.0	CM**2 / CM

\*\*\*\* ITERATIONSPARAMETER \*\*\*\*

IZ = 1  
EXP= 0.50 DPGNOM= 3.077 GGPKT= 11714. THQ= 594.23 JMAX= 6 THCIST= 599.99 THCMAX= 600.00

IZ = 2

IR, IU	1, 1	1, 2	1, 3	1, 4	1, 5	1, 6
GPKT	61.7854	61.7854	61.7854	61.7854	61.7854	61.7854
DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770
THCA	599.9980	599.9980	599.9980	599.9980	599.9980	599.9983
THA	599.9817	599.9817	599.9817	599.9817	599.9817	599.9817
IR, IU	2, 1	2, 2	2, 3	2, 4	2, 5	2, 6
GPKT	61.7855	61.7854	61.7855	61.7855	61.7854	61.7855
DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770
THCA	599.9766	599.9919	599.9766	599.9763	599.9919	599.9766
THA	599.8838	599.9470	599.8840	599.8840	599.9470	599.8840
IR, IU	2, 13	2, 14	2, 15	2, 16	2, 17	2, 18
GPKT	61.7855	61.7854	61.7855	61.7855	61.7854	61.7855

DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770						
THCA	599.9763	599.9919	599.9766	599.9763	599.9919	599.9761						
THA	599.8840	599.9470	599.8840	599.8840	599.9473	599.8850						
IR, IU	3, 1	3, 2	3, 3	3, 4	3, 5	3, 6	3, 7	3, 8	3, 9	3, 10	3, 11	3, 12
GPKT	61.7869	61.7861	61.7867	61.7861	61.7869	61.7869	61.7861	61.7867	61.7861	61.7869	61.7869	61.7861
DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770
THCA	599.7510	599.9053	599.7920	599.9043	599.7507	599.7515	599.9050	599.7920	599.9043	599.7507	599.7520	599.9050
THA	599.2490	599.6492	599.3792	599.6501	599.2490	599.2493	599.6499	599.3789	599.6501	599.2490	599.2495	599.6499
IR, IU	3, 13	3, 14	3, 15	3, 16	3, 17	3, 18	3, 19	3, 20	3, 21	3, 22	3, 23	3, 24
GPKT	61.7867	61.7861	61.7869	61.7869	61.7861	61.7867	61.7861	61.7869	61.7869	61.7861	61.7867	61.7861
DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770
THCA	599.7917	599.9045	599.7507	599.7515	599.9050	599.7920	599.9043	599.7507	599.7515	599.9050	599.7920	599.9043
THA	599.3792	599.6499	599.2490	599.2495	599.6499	599.3789	599.6501	599.2490	599.2493	599.6499	599.3789	599.6501
IR, IU	3, 25	3, 26	3, 27	3, 28	3, 29	3, 30						
GPKT	61.7869	61.7869	61.7861	61.7867	61.7861	61.7869						
DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770						
THCA	599.7507	599.7520	599.9050	599.7920	599.9050	599.7515						
THA	599.2490	599.2495	599.6501	599.3796	599.6499	599.2495						
IR, IU	4, 1	4, 2	4, 3	4, 4	4, 5	4, 6	4, 7	4, 8	4, 9	4, 10	4, 11	4, 12
GPKT	61.7947	61.7900	61.7937	61.7898	61.7937	61.7900	61.7947	61.7947	61.7900	61.7937	61.7898	61.7937
DPG	3.0769	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0769	3.0769	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770
THCA	598.2095	599.1650	598.3743	599.2063	598.3735	599.1643	598.2085	598.2107	599.1663	598.3743	599.2063	598.3735
THA	596.5256	598.0630	596.9626	598.2017	596.9631	598.0630	596.5256	596.5254	598.0640	596.9639	598.2014	596.9626
IR, IU	4, 13	4, 14	4, 15	4, 16	4, 17	4, 18	4, 19	4, 20	4, 21	4, 22	4, 23	4, 24
GPKT	61.7900	61.7947	61.7947	61.7900	61.7937	61.7898	61.7937	61.7900	61.7947	61.7947	61.7900	61.7937
DPG	3.0770	3.0769	3.0769	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0769	3.0769	3.0770	3.0770
THCA	599.1648	598.2078	598.2102	599.1658	598.3740	599.2063	598.3735	599.1643	598.2075	598.2102	599.1658	598.3740
THA	598.0630	596.5247	596.5247	598.0627	596.9629	598.2007	596.9617	598.0630	596.5244	596.5247	598.0627	596.9629
IR, IU	4, 25	4, 26	4, 27	4, 28	4, 29	4, 30	4, 31	4, 32	4, 33	4, 34	4, 35	4, 36
GPKT	61.7898	61.7937	61.7900	61.7947	61.7947	61.7900	61.7937	61.7898	61.7937	61.7900	61.7947	61.7947
DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0769	3.0769	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0769	3.0769
THCA	599.2063	598.3735	599.1643	598.2085	598.2107	599.1663	598.3743	599.2063	598.3735	599.1648	598.2078	598.2100
THA	598.2014	596.9626	598.0630	596.5256	596.5254	598.0640	596.9639	598.2014	596.9626	598.0630	596.5249	596.5244
IR, IU	4, 37	4, 38	4, 39	4, 40	4, 41	4, 42						
GPKT	61.7900	61.7937	61.7898	61.7937	61.7900	61.7947						
DPG	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0770	3.0769						
THCA	599.1655	598.3738	599.2056	598.3733	599.1655	598.2095						
THA	598.0630	596.9631	598.2012	596.9617	598.0630	596.5239						
IR, IU	5, 1	5, 2	5, 3	5, 4	5, 5	5, 6	5, 7	5, 8	5, 9	5, 10	5, 11	5, 12
GPKT	61.8221	61.8082	61.8239	61.8092	61.8255	61.8092	61.8239	61.8083	61.8222	61.8222	61.8083	61.8238
DPG	3.0768	3.0769	3.0768	3.0768	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0768	3.0769	3.0768
THCA	592.0903	595.2192	591.7031	594.9841	591.3130	594.9812	591.6931	595.2136	592.0896	592.0913	595.2178	591.7012
THA	590.3184	593.0552	590.6755	593.0686	590.3958	593.0679	590.6780	593.0554	590.3250	590.3245	593.0562	590.6758
IR, IU	5, 13	5, 14	5, 15	5, 16	5, 17	5, 18	5, 19	5, 20	5, 21	5, 22	5, 23	5, 24
GPKT	61.8092	61.8255	61.8092	61.8239	61.8083	61.8222	61.8222	61.8083	61.8239	61.8092	61.8255	61.8092
DPG	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769
THCA	594.9832	591.3118	594.9807	591.6934	595.2131	592.0886	592.0906	595.2187	591.7019	594.9827	591.3105	594.9800
THA	593.0674	590.3953	593.0671	590.6780	593.0559	590.3257	590.3240	593.0544	590.6755	593.0671	590.3936	593.0662
IR, IU	5, 25	5, 26	5, 27	5, 28	5, 29	5, 30	5, 31	5, 32	5, 33	5, 34	5, 35	5, 36
GPKT	61.8239	61.8083	61.8222	61.8222	61.8083	61.8238	61.8092	61.8255	61.8092	61.8239	61.8083	61.8222
DPG	3.0768	3.0769	3.0768	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768
THCA	591.6934	595.2131	592.0889	592.0898	595.2187	591.7019	594.9822	591.3123	594.9810	591.6931	595.2139	592.0896
THA	590.6770	593.0557	590.3254	590.3240	593.0544	590.6758	593.0679	590.3945	593.0669	590.6780	593.0559	590.3254
IR, IU	5, 37	5, 38	5, 39	5, 40	5, 41	5, 42	5, 43	5, 44	5, 45	5, 46	5, 47	5, 48
GPKT	61.8222	61.8083	61.8238	61.8092	61.8255	61.8092	61.8239	61.8083	61.8222	61.8222	61.8083	61.8239

DPG	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769
THCA	592.0901	595.2178	591.7012	594.9832	591.3118	594.9807	591.6934	595.2131	592.0886	592.0894	595.2170	591.6990
THA	590.3247	593.0544	590.6758	593.0674	590.3953	593.0671	590.6780	593.0557	590.3247	590.3228	593.0540	590.6741
IR,IU	5, 49	5, 50	5, 51	5, 52	5, 53	5, 54						
GPKT	61.8092	61.8255	61.8092	61.8239	61.8083	61.8223						
DPG	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768	3.0769	3.0768						
THCA	594.9814	591.3086	594.9775	591.6899	595.2122	592.0881						
THA	593.0662	590.3931	593.0649	590.6750	593.0525	590.3169						
IR,IU	6, 0	6, 1	6, 2	6, 3	6, 4	6, 5	6, 6	6, 7	6, 8	6, 9	6, 10	6, 11
GPKT	13.3975	79.3536	79.3768	79.3830	79.3769	79.3535	13.3974	79.3536	79.3768	79.3830	79.3769	79.3535
DPG	3.0765	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0765	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766
THCA	591.8108	583.7849	579.9299	578.8320	579.9165	583.7937	591.8293	583.7944	579.9280	578.8301	579.9158	583.7925
THA	585.8862	586.1733	585.2419	584.6831	585.2600	586.1978	585.8994	586.1938	585.2480	584.6831	585.2603	586.1973
IR,IU	6, 12	6, 13	6, 14	6, 15	6, 16	6, 17	6, 18	6, 19	6, 20	6, 21	6, 22	6, 23
GPKT	13.3974	79.3536	79.3768	79.3830	79.3769	79.3535	13.3974	79.3536	79.3768	79.3830	79.3769	79.3535
DPG	3.0765	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0765	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766
THCA	591.8276	583.7937	579.9272	578.8293	579.9153	583.7925	591.8279	583.7937	579.9275	578.8301	579.9150	583.7925
THA	585.8984	586.1938	585.2473	584.6824	585.2593	586.1975	585.8979	586.1938	585.2473	584.6819	585.2605	586.1970
IR,IU	6, 24	6, 25	6, 26	6, 27	6, 28	6, 29	6, 30	6, 31	6, 32	6, 33	6, 34	6, 35
GPKT	13.3974	79.3536	79.3768	79.3830	79.3769	79.3535	13.3974	79.3536	79.3768	79.3831	79.3769	79.3535
DPG	3.0765	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0765	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766	3.0766
THCA	591.8276	583.7939	579.9277	578.8301	579.9158	583.7925	591.8267	583.7927	579.9255	578.8262	579.9148	583.7964
THA	585.8984	586.1943	585.2480	584.6838	585.2603	586.1973	585.8972	586.1929	585.2451	584.6799	585.2522	586.1768

EXP= 0.50 DPGNM= 3.077 GGPKT= 11731. THQ= 593.90 JMAX= 6 THCIST= 600.00 THCMAX= 600.00

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2

QZUGES = .31757E+07 QTH = .31302E+07 QGAG = 44982. ABWEICHUNG: 0.0001  
 QZUTHQ = .31756E+07  
 QKAMX = 17200.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FÜR DAS BRENNLELEMENT 1, 0:

IZLO, IPOS: 1 2 POS.: 1, 0 EING.: 1

THE = 380.00 TH2MAX = 599.98 TH2Q = 593.90 CELSIUS  
 PE = 10.000 PA = 6.923 DPB = 3.077 GGES = 11731. ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0590

EINTRITT:

ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 542. CM/S  
 RE = 81322. PR = 0.00513

AUSTRITT:

ETP = 1133.00 WS/GR RHO = 0.80965 GR/CM3 LAMBDA = 0.6259 W/(CM\*C) ETA = 0.00208 GR/(S\*CM) W = 576. CM/S  
 RE = 113973. PR = 0.00417

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 600.00 C IM KANAL 1, 6 INTERNE KANALNUMMER: 6 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WÄRMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

\*\*\* DATEN FUER KANAL 6,18 INTERNE KANALNUMMER:169 KANALTYP: 3

IZLO,IPDS: 1 2 POS: 1, 0 EING.: 1

FK = 0.0426 CM2 DH = 0.2280 CM GPKT = 13.397 GR/S QKA = 5733. W QKAG = 975.2 W

	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	24724.	0.00513	0.0						
BUENDELEINTRITT	0.0	9.94	380.00	862.29	24724.	0.00512	0.0						
	0.0	9.94	380.00	862.29	24724.	0.00512	0.0						
UNTERES BLANKET	0.0	9.94	380.00	862.29	24724.	0.00512	0.0						
	40.00	9.29	380.00	862.29	24724.	0.00513	0.0						
SPALTZONE	40.00	9.29	380.00	862.29	24724.	0.00513	182.99	26.11	383.72	392.79	402.50	506.53	1113.3
	48.33	9.16	396.23	883.09	25501.	0.00501	252.68	25.85	401.41	413.94	427.35	571.00	1408.8
	56.67	9.02	412.52	903.90	26275.	0.00490	313.41	25.59	419.01	434.55	451.18	629.36	1668.5
	65.00	8.88	430.91	927.34	27140.	0.00479	363.03	25.30	438.52	456.53	475.79	682.18	1885.9
	73.33	8.74	451.09	952.99	28079.	0.00469	399.79	24.98	459.58	479.41	500.62	727.91	2053.5
	81.67	8.60	472.47	980.08	29063.	0.00458	422.38	24.65	481.56	502.50	524.91	765.04	2165.5
	90.00	8.46	494.24	1007.61	30053.	0.00449	430.00	24.32	503.62	524.94	547.76	792.22	2218.0
	98.33	8.32	515.64	1034.60	31015.	0.00440	422.38	24.00	524.97	545.92	568.33	808.45	2208.9
	106.67	8.18	535.89	1060.10	31915.	0.00434	399.79	23.70	544.83	564.66	585.87	813.15	2138.7
	115.00	8.04	554.25	1083.20	32723.	0.00428	363.03	23.44	562.47	580.47	599.73	806.12	2009.8
	123.33	7.90	570.06	1103.06	33412.	0.00423	313.41	23.21	577.22	592.76	609.39	787.57	1826.7
	131.67	7.76	582.74	1119.00	33960.	0.00420	252.68	23.03	588.56	601.09	614.50	758.15	1596.0
	140.00	7.61	591.83	1130.40	34351.	0.00418	182.99	22.90	596.07	605.14	614.85	718.88	1325.6
OBERES BLANKET	140.00	7.61	591.83	1130.40	34351.	0.00418	0.0						
	153.33	7.38	584.31	1120.97	34028.	0.00419	0.0						
	166.67	7.15	585.35	1122.28	34073.	0.00419	0.0						
	180.00	6.93	585.90	1122.96	34096.	0.00420	0.0						
KOPFSTUECK	180.00	6.93	585.90	1122.96	34096.	0.00420	0.0						
	180.00	6.93	585.90	1122.96	34096.	0.00420	0.0						
NACH AustrITT	180.00	6.92	585.90	1122.96	34096.	0.00419	0.0						
	CM	ATA	C	WS/GR	***	***	W/CM	W/(CM*2)	C	C	C	C	C

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 136.45 Z = 92.94 CM  
 TWAMAX = 596.07 TWMMAX = 605.14 TWIMAX = 615.28 TBIMAX = 2221.8 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0687/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV.WAERMELEIT.: 0.0786/CM (FUER ALLE SPALTE DES KANALS)

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0601

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 365. CM/S

AustrITT: ETP = 1122.96 WS/GR RHO = 0.81158 GR/CM3 LAMBDA = 0.6294 W/(CM\*C) ETA = 0.00210 GR/(S\*CM) W = 387. CM/S

\*\*\* DATEN FUER KANAL 6,21 INTERNE KANALNUMMER:172 KANALTYP: 2

IZLO,IPQS: 1 2 -POS: 1, 0 EING.: 1

FK = 0.1857 CM2 DH = 0.4287 CM GPKT = 79.383 GR/S QKA = 17199. W QKAG = 1304.4 W

	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	63225.	0.00513	0.0						
BUENDELEINTRITT	0.0	9.87	379.99	862.29	63224.	0.00512	0.0						
	0.0	9.87	379.99	862.29	63224.	0.00512	0.0						
UNTERES BLANKET	0.0	9.87	379.99	862.29	63224.	0.00512	0.0						
	40.00	9.23	379.99	862.29	63224.	0.00513	0.0						
SPALTZONE	40.00	9.23	379.99	862.29	63224.	0.00513	182.99	16.16	386.00	395.07	404.78	508.81	1115.6
	48.33	9.09	389.73	874.77	64418.	0.00505	252.68	16.07	398.06	410.59	424.00	567.65	1405.5
	56.67	8.96	402.57	891.20	65984.	0.00497	313.41	15.96	412.99	428.53	445.16	623.34	1662.5
	65.00	8.82	418.18	911.12	67873.	0.00487	363.03	15.82	430.35	448.36	467.62	674.01	1877.7
	73.33	8.69	435.99	933.80	70009.	0.00477	399.79	15.66	449.53	469.36	490.57	717.86	2043.5
	81.67	8.55	455.42	958.48	72316.	0.00466	422.38	15.49	469.89	490.83	513.25	753.37	2153.9
	90.00	8.41	475.81	984.30	74710.	0.00457	430.00	15.31	490.71	512.03	534.84	779.30	2205.1
	98.33	8.28	496.43	1010.37	77105.	0.00448	422.38	15.13	511.24	532.18	554.59	794.72	2195.2
	106.67	8.14	516.58	1035.78	79419.	0.00440	399.79	14.96	530.75	550.57	571.79	799.07	2124.7
	115.00	8.00	535.52	1059.64	81572.	0.00434	363.03	14.81	548.53	566.53	585.79	792.18	1995.9
	123.33	7.86	552.60	1081.13	83494.	0.00429	313.41	14.67	563.94	579.48	596.11	774.29	1813.5
	131.67	7.72	567.21	1099.49	85124.	0.00424	252.68	14.55	576.43	588.96	602.36	746.01	1583.8
	140.00	7.57	578.83	1114.08	86411.	0.00421	182.99	14.46	585.55	594.62	604.33	708.36	1315.1
OBERES BLANKET	140.00	7.57	578.83	1114.08	86411.	0.00421	0.0						
	153.33	7.35	581.31	1117.20	86685.	0.00421	0.0						
	166.67	7.12	583.20	1119.57	86894.	0.00420	0.0						
	180.00	6.90	584.68	1121.43	87057.	0.00420	0.0						
KOPFSTUECK	180.00	6.90	584.68	1121.43	87057.	0.00420	0.0						
	180.00	6.90	584.68	1121.43	87057.	0.00420	0.0						
NACH AUSTRITT	180.00	6.92	584.69	1121.44	87057.	0.00420	0.0						

CM ATA C WS/GR \*\*\* \*\*\* W/CM W/(CM\*2) C C C C C

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 139.65 Z = 92.82 CM  
TWAMAX = 585.55 TWMMAX = 594.62 TWIMAX = 604.33 TBIMAX = 2208.6 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0218/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV.WAERMELEIT.: 0.0199/CM (FUER ALLE SPALTE DES KANALS)

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0599

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 497. CM/S

AUSTRITT: ETP = 1121.44 WS/GR RHO = 0.81188 GR/CM3 LAMBDA = 0.6300 W/(CM\*C) ETA = 0.00211 GR/(S\*CM) W = 527. CM/S

FREIER SPEICHER IN K: 86 RECHENZEIT: 15.9 SEC



EINGABE: BLOCK II.1  
\*\*\*\*\*

IZLG,IPDS: 1 3 POS: 2, 0 EING.: 2

10.00000	380.0000	91	.8000000	.0	2	2
WL	RA	OXYD	YES	NO		
.6000000	.7900000	.0	.0	.6000000	.3800000E-01	.3000000
100.0000	40.00000	.0	.0	.0	.0	.0
.6000000E-01	.0	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
.5000000	.5000000	.0	10.00000	.0	.0	.0
.2100000	.2100000	.2400000E-01	.8000000	.7500000E-02	1.000000	1.000000
1.500000	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.000000	.2500000E-01	.8000000	.8000000	.0	.0	.9999999E+10
6	18	6	21			1.100000
BLOCK III. 2	0	1 2 90	0	0 0	0 0	0
600.0000		2	.0			Y Y N N N N N Y N N
400.0000	370.0000	370.0000	400.0000	430.0000	430.0000	400.0000

\*\*\*\* ITERATIONSPARAMETER \*\*\*\*

IZ = 1

EXP= 0.50 DPGNDM= 3.048 GGPKT= 11659. THQ= 579.37 JMAX= 78 THCIST= 595.09 THCMAX= 600.00

IZ = 2

IR,IU	1, 1	1, 2	1, 3	1, 4	1, 5	1, 6
GPKT	60.1954	60.1905	60.1805	60.1756	60.1805	60.1905
DPG	2.9230	2.9230	2.9231	2.9231	2.9231	2.9230
THCA	587.8584	588.9333	591.0864	592.1636	591.0864	588.9338
THA	587.8418	588.9170	591.0681	592.1445	591.0681	588.9170
IR,IU	2, 1	2, 2	2, 3	2, 4	2, 5	2, 6
GPKT	60.2106	60.2055	60.2106	60.2056	60.1955	60.1907
DPG	2.9230	2.9230	2.9230	2.9230	2.9230	2.9230
THCA	584.6108	585.7007	584.6106	585.6851	587.8516	588.9109
THA	584.5208	585.6565	584.5205	585.5937	587.8054	588.8127
IR,IU	2, 7	2, 8	2, 9	2, 10	2, 11	2, 12
GPKT	60.1807	60.1756	60.1658	60.1608	60.1657	60.1608
DPG	2.9231	2.9231	2.9231	2.9231	2.9231	2.9231
THCA	591.0613	592.1558	594.2905	595.3672	594.3083	595.3674
THA	590.9570	592.1033	594.1812	595.2549	594.2551	595.2546
IR,IU	2, 13	2, 14	2, 15	2, 16	2, 17	2, 18
GPKT	60.1658	60.1756	60.1807	60.1907	60.1955	60.2056
DPG	2.9231	2.9231	2.9231	2.9230	2.9230	2.9230
THCA	594.2905	592.1558	591.0613	588.9109	587.8516	585.6855
THA	594.1814	592.1033	590.9583	588.8130	587.8047	585.5930
IR,IU	3, 1	3, 2	3, 3	3, 4	3, 5	3, 6
GPKT	60.2267	60.2209	60.2264	60.2209	60.2267	60.2218
DPG	2.9229	2.9229	2.9229	2.9229	2.9229	2.9230
THCA	581.1680	582.3911	581.2095	582.3911	581.1685	582.2358
THA	580.6887	582.1470	580.8252	582.1470	580.6887	581.7449
IR,IU	3, 7	3, 8	3, 9	3, 10	3, 11	3, 12
GPKT	60.2110	60.2067	60.1961	60.1921	60.1822	60.1763
DPG	2.9230	2.9230	2.9230	2.9230	2.9231	2.9231
THCA	584.5361	585.4954	587.7588	588.6689	590.8088	592.0547
THA	584.2817	585.0791	587.4912	588.1301	590.2454	591.7644
IR,IU	3, 13	3, 14	3, 15	3, 16	3, 17	3, 18
GPKT	60.1670	60.1613	60.1524	60.1475	60.1514	60.1471
DPG	2.9231	2.9231	2.9232	2.9232	2.9232	2.9232
THCA	594.0786	595.2830	597.2524	598.3247	597.4338	598.3743
THA	593.5996	594.9783	596.6421	597.7002	597.1184	597.8643
IR,IU	3, 19	3, 20	3, 21	3, 22	3, 23	3, 24
GPKT	60.1514	60.1475	60.1524	60.1613	60.1670	60.1763
DPG	2.9232	2.9232	2.9232	2.9231	2.9231	2.9231
THCA	597.4338	598.3242	597.2542	595.2834	594.0786	592.0549
THA	597.1184	597.7009	596.6428	594.9795	593.6003	591.7642
IR,IU	3, 25	3, 26	3, 27	3, 28	3, 29	3, 30
GPKT	60.1822	60.1921	60.1961	60.2067	60.2110	60.2218
DPG	2.9231	2.9230	2.9230	2.9230	2.9230	2.9229

THCA	590.8093	588.6702	587.7585	585.4961	584.5361	582.2363						
THA	590.2458	588.1306	587.4915	585.0793	584.2817	581.7451						
IR, IU	4, 1	4, 2	4, 3	4, 4	4, 5	4, 6	4, 7	4, 8	4, 9	4, 10	4, 11	4, 12
GPKT	60.2485	60.2394	60.2475	60.2391	60.2475	60.2393	60.2485	60.2437	60.2296	60.2281	60.2145	60.2134
DPG	2.9228	2.9228	2.9228	2.9228	2.9228	2.9228	2.9228	2.9228	2.9229	2.9229	2.9229	2.9229
THCA	576.4795	578.4651	576.6733	578.5139	576.6726	578.4648	576.4783	577.5137	580.5825	580.8745	583.8323	584.6632
THA	574.9460	577.4470	575.4114	577.5974	575.4106	577.4463	574.9453	575.5438	576.5173	579.5095	582.8342	582.6506
IR, IU	4, 13	4, 14	4, 15	4, 16	4, 17	4, 18	4, 19	4, 20	4, 21	4, 22	4, 23	4, 24
GPKT	60.2001	60.1999	60.1904	60.1805	60.1745	60.1654	60.1598	60.1509	60.1464	60.1416	60.1411	60.1403
DPG	2.9230	2.9229	2.9230	2.9230	2.9230	2.9231	2.9231	2.9231	2.9231	2.9232	2.9232	2.9232
THCA	586.9817	587.0132	589.0886	591.2224	592.4817	594.4863	595.6780	597.6345	598.6064	599.6470	599.7600	599.8948
THA	585.8284	585.2136	587.2153	589.9788	590.8628	593.3225	594.0098	596.3018	596.5034	597.5051	598.3804	598.1226
IR, IU	4, 25	4, 26	4, 27	4, 28	4, 29	4, 30	4, 31	4, 32	4, 33	4, 34	4, 35	4, 36
GPKT	60.1407	60.1403	60.1411	60.1416	60.1465	60.1509	60.1598	60.1653	60.1745	60.1805	60.1904	60.1998
DPG	2.9232	2.9232	2.9232	2.9232	2.9231	2.9231	2.9231	2.9231	2.9230	2.9230	2.9230	2.9229
THCA	599.8201	599.8926	599.7588	599.6462	598.6086	597.6362	595.6797	594.4858	592.4814	591.2209	589.0859	587.0151
THA	598.5740	598.1228	598.3801	597.5059	596.5029	596.3025	594.0112	593.3228	590.8628	589.9785	587.2148	585.2131
IR, IU	4, 37	4, 38	4, 39	4, 40	4, 41	4, 42						
GPKT	60.2001	60.2134	60.2145	60.2281	60.2296	60.2437						
DPG	2.9230	2.9229	2.9229	2.9229	2.9229	2.9228						
THCA	586.9827	584.0645	583.8325	580.8743	580.5823	577.5144						
THA	585.8289	582.6514	582.8342	579.5105	579.5183	575.9434						
IR, IU	5, 1	5, 2	5, 3	5, 4	5, 5	5, 6	5, 7	5, 8	5, 9	5, 10	5, 11	5, 12
GPKT	60.2870	60.2701	60.2878	60.2705	60.2891	60.2705	60.2878	60.2701	60.2870	60.2827	60.2609	60.2701
DPG	2.9226	2.9227	2.9226	2.9227	2.9226	2.9227	2.9226	2.9227	2.9226	2.9226	2.9227	2.9226
THCA	567.6084	571.5806	567.4336	571.4441	567.1213	571.4419	567.4272	571.5759	567.6052	568.5354	573.5569	571.2661
THA	566.4495	569.7856	566.8403	569.8723	566.6294	569.8718	566.8435	569.7854	566.4534	567.3467	571.6672	570.5076
IR, IU	5, 13	5, 14	5, 15	5, 16	5, 17	5, 18	5, 19	5, 20	5, 21	5, 22	5, 23	5, 24
GPKT	60.2472	60.2574	60.2329	60.2422	60.2183	60.2285	60.2199	60.2000	60.2067	60.1861	60.1939	60.1717
DPG	2.9227	2.9227	2.9228	2.9227	2.9228	2.9227	2.9228	2.9229	2.9228	2.9230	2.9229	2.9230
THCA	576.5010	573.9893	579.6206	577.3416	582.8181	580.3323	582.1948	586.7871	585.0317	589.7581	587.7510	592.8855
THA	574.7317	573.2439	577.7727	576.3867	580.5818	578.5144	580.3062	584.3535	583.7302	587.5112	586.4949	590.5586
IR, IU	5, 25	5, 26	5, 27	5, 28	5, 29	5, 30	5, 31	5, 32	5, 33	5, 34	5, 35	5, 36
GPKT	60.1786	60.1572	60.1653	60.1610	60.1479	60.1607	60.1482	60.1620	60.1482	60.1608	60.1479	60.1610
DPG	2.9229	2.9230	2.9229	2.9230	2.9231	2.9230	2.9231	2.9230	2.9231	2.9230	2.9231	2.9230
THCA	591.1211	596.0701	594.0190	594.9539	598.0603	594.9768	597.9641	594.6436	597.9619	594.9697	598.0569	594.9519
THA	589.6238	593.2878	591.4988	592.3950	595.1753	593.3005	595.4370	593.1328	595.4363	593.3035	595.1780	592.3965
IR, IU	5, 37	5, 38	5, 39	5, 40	5, 41	5, 42	5, 43	5, 44	5, 45	5, 46	5, 47	5, 48
GPKT	60.1653	60.1571	60.1785	60.1716	60.1939	60.1861	60.2067	60.2000	60.2198	60.2285	60.2183	60.2422
DPG	2.9229	2.9230	2.9229	2.9230	2.9229	2.9230	2.9228	2.9229	2.9228	2.9227	2.9228	2.9227
THCA	594.0220	596.0742	591.1287	592.8882	587.7507	589.7561	585.0251	586.7830	582.1926	580.3350	582.8218	577.3477
THA	591.4966	593.2871	589.6213	590.5593	586.4956	587.5115	583.7322	584.3552	580.3076	578.5139	580.5801	576.3835
IR, IU	5, 49	5, 50	5, 51	5, 52	5, 53	5, 54						
GPKT	60.2328	60.2574	60.2472	60.2702	60.2609	60.2828						
DPG	2.9228	2.9227	2.9227	2.9226	2.9227	2.9226						
THCA	579.6226	573.9895	576.4998	571.2610	573.5552	568.5344						
THA	577.7734	573.2444	574.7332	570.5085	571.6672	567.3413						
IR, IU	6, 0	6, 1	6, 2	6, 3	6, 4	6, 5	6, 6	6, 7	6, 8	6, 9	6, 10	6, 11
GPKT	13.0660	77.3856	77.4044	77.4092	77.4044	77.3855	13.0659	77.3755	77.3799	77.3690	77.3481	77.3144
DPG	2.9222	2.9223	2.9223	2.9223	2.9223	2.9223	2.9222	2.9223	2.9223	2.9224	2.9224	2.9224
THCA	565.2507	558.1448	554.8792	553.9619	554.8721	558.1453	565.2549	559.8950	559.0901	560.9175	564.6101	570.4238
THA	562.0288	561.5588	560.6538	560.1711	560.6704	561.5764	562.0342	563.3291	564.8086	567.0251	570.1895	573.2539
IR, IU	6, 12	6, 13	6, 14	6, 15	6, 16	6, 17	6, 18	6, 19	6, 20	6, 21	6, 22	6, 23
GPKT	13.0525	77.2942	77.2990	77.2882	77.2670	77.2329	13.0390	77.2228	77.2424	77.2477	77.2424	77.2227
DPG	2.9224	2.9225	2.9225	2.9226	2.9226	2.9226	2.9225	2.9227	2.9227	2.9227	2.9227	2.9227

THCA	579.1272	573.9277	573.0605	574.8599	578.5957	584.4829	593.0308	586.2424	582.8333	581.8452	582.8269	586.2378
THA	574.6653	576.7693	578.4973	580.7556	583.8911	586.7166	587.3223	588.4749	588.0464	587.6335	588.0593	588.4795
IR, IU	6, 24	6, 25	6, 26	6, 27	6, 28	6, 29	6, 30	6, 31	6, 32	6, 33	6, 34	6, 35
GPKT	13.0390	77.2330	77.2670	77.2882	77.2991	77.2941	13.0525	77.3144	77.3480	77.3650	77.3799	77.3754
DPG	2.9225	2.9227	2.9226	2.9226	2.9225	2.9225	2.9224	2.9224	2.9224	2.9224	2.9223	2.9223
THCA	593.0308	584.4890	578.6030	574.8608	573.0540	573.9226	579.1272	570.4297	564.6162	560.9189	559.0852	559.8923
THA	587.3230	586.7126	583.8799	580.7563	578.5083	576.7722	574.6653	573.2488	570.1780	567.0242	564.8159	563.3162

EXP= 0.51 DPGNOM= 2.923 GGPKT= 11427. THQ= 583.46 JMAX= 78 THCIST= 599.89 THCMAX= 600.00

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2

QZUGES = .29437E+07 QTH = .29118E+07 QGAG = 31382. ABWEICHUNG: 0.0001  
 QZUTHQ = .29437E+07  
 QKAMX = 17120.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FUEER DAS BRENNNELEMENT 2, 0:

IZLO, IPOS: 1 3 POS.: 2, 0 EING.: 2

THE = 380.00 TH2MAX = 598.57 TH2Q = 583.46 CELSIUS  
 PE = 10.000 PA = 7.077 DPB = 2.923 GGES = 11427. ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0590

EINTRITT:

ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 528. CM/S  
 RE = 79704. PR = 0.00513

AUSTRITT:

ETP = 1119.89 WS/GR RHO = 0.81217 GR/CM3 LAMBDA = 0.6305 W/(CM\*C) ETA = 0.00211 GR/(S\*CM) W = 559. CM/S  
 RE = 109578. PR = 0.00420

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 599.89 C IM KANAL 4,24 INTERNE KANALNUMMER: 78 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

\*\*\* DATEN FUER KANAL 6,18 INTERNE KANALNUMMER:169 KANALTYP: 3

IZLO,IPQS: 1 3 POS: 2, 0 EING.: 2

FK = 0.0426 CM2 DH = 0.2280 CM GPKT = 13.039 GR/S QKA = 5750. W QKAG = 738.7 W

	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	24063.	0.00513	0.0						
BUENDELEINTRITT	0.0	9.95	380.00	862.29	24063.	0.00512	0.0						
	0.0	9.95	380.00	862.29	24063.	0.00512	0.0						
UNTERES BLANKET	0.0	9.95	380.00	862.29	24063.	0.00512	0.0						
	40.00	9.33	380.00	862.29	24063.	0.00512	0.0						
SPALTZONE	40.00	9.33	380.00	862.29	24063.	0.00512	183.53	26.03	383.74	392.84	402.58	506.92	1115.4
	48.33	9.20	396.16	883.01	24816.	0.00501	253.42	25.77	401.38	413.95	427.39	571.47	1411.7
	56.67	9.07	412.45	903.81	25568.	0.00490	314.33	25.51	418.99	434.57	451.25	629.95	1672.2
	65.00	8.94	430.88	927.30	26412.	0.00480	364.10	25.22	438.54	456.60	475.92	682.91	1890.2
	73.33	8.81	451.14	953.04	27330.	0.00469	400.97	24.90	459.68	479.56	500.84	728.79	2058.3
	81.67	8.68	472.62	980.26	28292.	0.00458	423.62	24.57	481.76	502.77	525.24	766.08	2170.7
	90.00	8.54	494.51	1007.95	29261.	0.00449	431.27	24.24	503.95	525.34	548.22	793.40	2223.4
	98.33	8.41	516.05	1035.12	30203.	0.00441	423.62	23.92	525.45	546.45	568.93	809.77	2214.4
	106.67	8.28	536.46	1060.82	31086.	0.00433	400.97	23.62	545.46	565.34	586.62	814.57	2144.1
	115.00	8.14	554.97	1084.11	31878.	0.00428	364.10	23.35	563.25	581.30	600.62	807.61	2014.9
	123.33	8.00	570.94	1104.18	32555.	0.00423	314.33	23.12	578.16	593.74	610.42	789.12	1831.4
	131.67	7.87	583.77	1120.28	33095.	0.00420	253.42	22.93	589.63	602.20	615.64	759.72	1600.0
	140.00	7.73	593.03	1131.91	33482.	0.00418	183.53	22.80	597.30	606.40	616.14	720.48	1329.0
OBERES BLANKET	140.00	7.73	593.03	1131.91	33482.	0.00418	0.0						
	153.33	7.52	585.77	1122.80	33178.	0.00419	0.0						
	166.67	7.30	586.85	1124.16	33224.	0.00419	0.0						
	180.00	7.08	587.32	1124.75	33243.	0.00419	0.0						
KOPFSTUECK	180.00	7.08	587.32	1124.75	33243.	0.00419	0.0						
	180.00	7.08	587.32	1124.75	33243.	0.00419	0.0						
NACH AUSTRITT	180.00	7.08	587.32	1124.75	33243.	0.00419	0.0						

CM ATA C WS/GR \*\*\* \*\*\* W/CM W/(CM\*C) C C C C C

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 136.70 Z = 92.95 CM  
 TWAMAX = 597.30 TWMAX = 606.40 TWIMAX = 616.51 TBIMAX = 2227.2 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0691/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV.WAERMELEIT.: 0.0811/CM (FUER ALLE SPALTE DES KANALS)

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0601

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 355. CM/S

AUSTRITT: ETP = 1124.75 WS/GR RHO = 0.81124 GR/CM3 LAMBDA = 0.6288 W/(CM\*C) ETA = 0.00210 GR/(S\*CM) W = 377. CM/S

\*\*\* DATEN FUER KANAL 6,21 INTERNE KANALNUMMER:172 KANALTYP: 2

IZLO,IPOS: 1 3 POS: 2, 0 EING.: 2

FK = 0.1857 CM2 DH = 0.4287 CM GPKT = 77.248 GR/S QKA = 17238. W QKAG = 989.5 W

	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	61524.	0.00513	0.0						
BUENDELEINTRITT	0.0	9.88	379.99	862.29	61523.	0.00512	0.0						
	0.0	9.88	379.99	862.29	61523.	0.00512	0.0						
UNTERES BLANKET	0.0	9.88	379.99	862.29	61523.	0.00512	0.0						
	40.00	9.27	379.99	862.29	61523.	0.00512	0.0						
SPALTZONE	40.00	9.27	379.99	862.29	61523.	0.00512	183.41	16.07	386.05	395.14	404.87	509.14	1117.3
	48.33	9.14	389.85	874.93	62700.	0.00505	253.25	15.98	398.26	410.82	424.26	568.23	1407.9
	56.67	9.01	402.91	891.63	64249.	0.00496	314.12	15.86	413.41	428.99	445.66	624.24	1665.8
	65.00	8.88	418.74	911.83	66113.	0.00486	363.86	15.72	431.02	449.06	468.36	675.22	1881.7
	73.33	8.76	436.81	934.85	68221.	0.00476	400.70	15.56	450.48	470.35	491.61	719.41	2048.0
	81.67	8.63	456.54	959.90	70499.	0.00466	423.34	15.39	471.14	492.13	514.59	755.26	2158.9
	90.00	8.49	477.24	986.11	72863.	0.00456	430.98	15.21	492.28	513.65	536.51	781.53	2210.5
	98.33	8.36	498.19	1012.59	75228.	0.00447	423.34	15.03	513.13	534.12	556.58	797.26	2200.9
	106.67	8.23	518.64	1038.39	77513.	0.00440	400.70	14.86	532.95	552.82	574.08	801.88	2130.5
	115.00	8.10	537.89	1062.62	79638.	0.00433	363.86	14.70	551.02	569.06	588.37	795.23	2001.7
	123.33	7.97	555.23	1084.43	81535.	0.00427	314.12	14.56	566.68	582.26	598.92	777.50	1819.0
	131.67	7.83	570.06	1103.06	83142.	0.00424	253.25	14.44	579.36	591.92	605.36	749.34	1589.0
	140.00	7.70	581.85	1117.87	84411.	0.00421	183.41	14.34	588.63	597.72	607.46	711.72	1319.8
OBERES BLANKET	140.00	7.70	581.85	1117.87	84411.	0.00421	0.0						
	153.33	7.48	584.35	1121.02	84680.	0.00420	0.0						
	166.67	7.27	586.22	1123.36	84880.	0.00420	0.0						
	180.00	7.06	587.63	1125.14	85031.	0.00419	0.0						
KOPFSTUECK	180.00	7.06	587.63	1125.14	85031.	0.00419	0.0						
	180.00	7.06	587.63	1125.14	85031.	0.00419	0.0						
NACH AUSTRITT	180.00	7.08	587.64	1125.14	85031.	0.00419	0.0						
	CM	ATA	C	WS/GR	***	***	W/CM	W/(CM2*C)	C	C	C	C	C

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 139.86 Z = 92.86 CM  
 TWAMAX = 588.63 TWMMAX = 597.72 TWIMAX = 607.46 TBIMAX = 2214.1 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0220/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV.WAERMELEIT.: 0.0205/CM (FUER ALLE SPALTE DES KANALS)

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0599

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 483. CM/S

AUSTRITT: ETP = 1125.14 WS/GR RHO = 0.81116 GR/CM3 LAMBDA = 0.6286 W/(CM\*C) ETA = 0.00210 GR/(S\*CM) W = 513. CM/S

FREIER SPEICHER IN K: 86 RECHENZEIT: 15.7 SEC

ILB = 0 WIRD ALS END-BEDINGUNG INTERPRETIERT.

ERGEBNISSE FUER DIE SPALTZONE: (INCL. AX. BRUTM.)

ANZAHL DER BRENNELEMENTE: 150

THERM. LEISTUNG:	.4499E+09 W	MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.:	1125.	WS/GR
KUEHLM.-DURCHS.:	.1732E+07 GR/S	MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR:	587.7	GRD C

MAXIMAL-WERTE:

BRENNELEMENTLEIST.:	.3130E+07 W	BEI POS.	1, 0
KANALLEIST.:	.1720E+05 W	BEI POS.	1, 0
DRUCKVERLUST:	3.077	ATA BEI POS.	1, 0

RECHENZEIT FUER IZLO=1: 31.9 SEC

# THEDRA

THEDRA TEST SAMPLE: SODIUM COOLED FAST BREEDER REACTOR (THEDRA-INPUT)

NZ=NUMBER OF RADIAL ZONES= 2

IB = 0 NBU= 1 NBF= 2 NBT= 1 ICB= C ICL= 2 IFL= 2  
KCH= 1 KCL= 2 KFL= 2 NWRITE= 0 NX = 0 NDROS= 0 NLEIS= 0 NSBZ= 1

PRCH= 0.0 PRCL= 2.500 PRFL= 2.500 PRMIN= 0.500E-03 )

	SPOT LENGTH CM	CRITIC.TEMP. C	ST.DEV. C
FUEL	2.00	2700.00	0.0
CLAD	1.00	680.00	0.0
COOLANT		900.00	0.0

CRITICAL SPECIFIC POWER 560.00 W/CM

SYSTEMATIC FACTORS		COOLANT FLOW RATE	CLAD-COOL. DT	GAP DT	INNER FUEL DT	POWER-SFP	SFTA
ZONE INDEX	SUBZONE INDEX						
1	1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0500	1.0000
2	1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0700	1.0000

CORRELATION BETWEEN HEAT TRANSFER AND FLOW RATE=FA=FFR\*\*EXP-CONST\*EXP \*(FFR-1)  
EXP= 0.8000 CONST= 7.0000

POWER-FUEL TEMPERATURE COEFFICIENT CPOW= 0.7500

# CORE UNCERTAINTIES

TYPE	3	CLAD THERMAL CONDUCTIVITY	0.0100
TYPE	5	FUEL THERMAL CONDUCTIVITY	0.0300
TYPE	6	POWER FRACTION IN CORE	0.0200
TYPE	6	POWER MEASUREMENT	0.0150
TYPE	7	INLET TEMPERATURE	2.5000

---

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE	0.0	0.0	0.0100	0.0	0.0300	0.0250	2.5000



# ZONE UNCERTAINTIES

TYPE	6	FLUX CALCULATION	0.0250
------	---	------------------	--------

---

# SUBASSEMBLY UNCERTAINTIES

TYPE	1	ORIFICE CALIBRATION	0.0200
TYPE	1	PIN DIAMETER	0.0100
TYPE	6	FLUX CONTROL ROD	0.0250
TYPE	6	ENRICHMENT	0.0150

---

# CHANNEL UNCERTAINTIES

TYPE	1	ACTIVE LENGHT	0.0100
TYPE	1	PITCH	0.0150
TYPE	6	PIN DISPLACEMENT	0.0100

---

# LOCAL UNCERTAINTIES

TYPE	2	TEMPERATURE DROP CLAD-NA	0.0300
TYPE	3	CLAD THICKNESS	0.0100
TYPE	4	GAP COEFFICIENT	0.1200
TYPE	5	FUEL THERMAL CONDUCT.	0.0300
TYPE	6	FUEL DENSITY	0.0200
TYPE	6	FUEL ENRICHMENT	0.0100
TYPE	6	AXIAL FLUX	0.0200
TYPE	6	ECCENTRICITY	0.0250

---

# ZONE UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0250	0.0

# SUBASSEMBLY UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0224	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0292	0.0

# CHANNEL UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0100	0.0

# LOCAL UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0	0.0300	0.0100	0.1200	0.0300	0.0391	

NOMINAL THERMAL DESIGN      DATE 12.06.75      TIME 11.25.34

INFO =THESYS   TESTSAMPLE FOR STATIST. HOT SPOT ANALYSIS      (THESYS-BLOCK I)

ALL TEMPERATURES AND STANDARD DEVIATIONS ARE EXPRESSED IN CENT. DEGREES

NOMINAL COOLANT INLET TEMP.=      380.00

HOT CHANNEL CONSIDERED AT OUTLET OF ACTIVE ZONE

HOT SPOT CONSIDERED AT CLAD MIDPOINT

HOT SPOT CONSIDERED ON THE SURFACE OF THE FUEL INNER CHANNEL

ZONE 1  
 FLOW RATE = 11731.06 GR/S  
 NUMBER OF SUBCHANNELS CALCULATED = 186

AYER.COOLANT CUTLET TEMP.= 593.90  
 TOTAL NUMBER OF PINS = 91

ILB = 1

# 1.CHANNEL ANALYSIS

## 2.SUBASSEMBLY ANALYSIS

### SUBZONE 1

	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	611.00	628.63	2300.08
SUBASS. STAND.DEVIATION	8.49	8.40	45.23
ZONE STAND.DEVIATION	5.78	6.22	38.78
CORE STAND.DEVIATION	6.29	6.70	58.91
EQUIV.NUMBER OF CHANNELS	89.25	54.33	120.59
M-S-EQ	11.74	10.59	196.12
S-S-EQ	9.02	8.86	52.66
HOT SPOT EXPECTATION IN A SUBASS.		0.459E-01	0.104E+00
HOT CHANNEL EXPECTATION IN A SUBASS.	0.0	0.488E-02	0.674E-01
HOT SUBASS.EXPECTATION	0.0	0.680E-03	0.103E-01

### HOT PIN EXPECTATION PER SUBASS.

I1	I2	CLAD	FUEL
0	0	0.53	C.13
1	0	0.53	0.13
1	1	0.53	C.13
1	2	0.53	0.13
1	3	0.53	C.13
1	4	0.53	C.13
1	5	0.53	0.13
2	0	0.51	0.13
2	1	0.52	0.13
2	2	0.51	0.13
2	3	0.52	0.13
2	4	0.51	0.13
2	5	0.52	0.13
2	6	0.51	0.13
2	7	0.52	0.13
2	8	0.51	0.13
2	9	0.52	0.13
2	10	0.51	0.13
2	11	0.52	0.13
3	0	0.38	0.13
3	1	0.42	C.13
3	2	0.42	0.13
3	3	0.38	0.13
3	4	0.42	0.13
3	5	0.42	C.13
3	6	0.38	0.13
3	7	0.42	0.13
3	8	0.42	0.13

3	9	0.38	C.13
3	10	0.42	C.13
3	11	0.42	0.13
3	12	0.38	C.13
3	13	0.42	0.13
3	14	0.42	0.13
3	15	0.38	0.13
3	16	0.42	C.13
3	17	0.42	0.12
4	0	0.12	0.12
4	1	0.18	0.12
4	2	0.18	C.12
4	3	0.18	0.12
4	4	0.12	0.12
4	5	0.18	0.12
4	6	0.18	C.12
4	7	0.12	0.12
4	8	0.18	C.12
4	9	0.18	0.12
4	10	0.18	C.12
4	11	0.12	C.12
4	12	0.18	0.12
4	13	0.18	C.12
4	14	0.18	0.12
4	15	0.18	C.12
4	16	0.12	0.12
4	17	0.18	0.12
4	18	0.18	0.12
4	19	0.18	0.12
4	20	0.12	C.12
4	21	0.18	0.12
4	22	0.18	C.12
4	23	0.01	0.07
5	0	0.02	0.08
5	1	0.01	C.08
5	2	0.01	0.08
5	3	0.01	0.08
5	4	0.02	0.07
5	5	0.01	0.08
5	6	0.02	C.08
5	7	0.01	0.08
5	8	0.01	0.08
5	9	0.02	0.07
5	10	0.01	0.08
5	11	0.02	C.08
5	12	0.01	0.08
5	13	0.01	0.08
5	14	0.02	C.07
5	15	0.01	0.08
5	16	0.02	0.08
5	17	0.01	0.08
5	18	0.01	0.08
5	19	0.02	C.07
5	20	0.01	C.08
5	21	0.02	0.08
5	22	0.01	C.08
5	23	0.01	0.08
5	24	0.02	0.07
5	25	0.01	0.08
5	26	0.02	0.08
5	27	0.01	C.08
5	28	0.01	0.08
5	29	0.02	
TOTAL		21.53	10.13

ZONE 2

FLOW RATE = 11427.48 GR/S

AVER. COOLANT OUTLET TEMP. = 583.46

ILB = 1

NUMBER OF SUBCHANNELS CALCULATED = 186

TOTAL NUMBER OF PINS = 91

1. CHANNEL ANALYSIS

SUBCHANNEL 75 ( 4, 21) NUMBER OF SPOTS 3

SUBZONE 1			
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	613.91	631.63	2298.37
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	13.14	13.32	101.20
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS	0.0	0.184E-02	0.616E-03
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.91	0.177E-03	0.395E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.91	1.19	54.73
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS	4.82	2.88	11.35
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	0.0	4.28	15.52
M-CH-EQ	4.91	0.94	85.57
S-CH-EQ		4.40	43.57

SUBCHANNEL 76 ( 4, 22) NUMBER OF SPOTS 3

SUBZONE 1			
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	615.02	632.78	2302.09
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	13.20	13.38	101.38
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS	0.0	0.277E-02	0.745E-03
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.92	0.261E-03	0.470E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.92	1.20	54.83
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS	4.85	2.86	11.36
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	0.0	4.30	15.55
M-CH-EQ	4.93	0.94	85.73
S-CH-EQ		4.43	43.65

SUBCHANNEL 77 ( 4, 23) NUMBER OF SPOTS 3

SUBZONE 1			
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	615.14	632.86	2298.66
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	13.20	13.39	101.20
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS	0.0	0.280E-02	0.625E-03
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.92	0.267E-03	0.400E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.92	1.20	54.73
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS		2.68	11.36

S-CH-EQ

4.55

4.10

45.57

SUBCHANNEL 172 ( 6, 21)

NUMBER OF SPOTS 2

	SUBZONE 1		
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	595.97	612.71	2317.51
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.17	12.38	102.54
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS		0.0	0.112E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0	0.0	0.745E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.84	1.11	55.77
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS		1.00	8.25
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.45	3.99	15.64
M-CH-EQ	0.0	0.01	78.30
S-CH-EQ	4.53	4.14	45.56

SUBCHANNEL 173 ( 6, 22)

NUMBER OF SPOTS 2

	SUBZONE 1		
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	597.03	613.76	2318.21
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.23	12.44	102.56
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS		0.238E-06	0.116E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0	0.599E-07	0.767E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.85	1.11	55.77
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS		6.58	8.28
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.47	4.01	15.64
M-CH-EQ	0.0	1.43	78.29
S-CH-EQ	4.55	4.10	45.57

SUBCHANNEL 174 ( 6, 23)

NUMBER OF SPOTS 2

	SUBZONE 1		
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	600.67	617.45	2321.90
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.42	12.63	102.69
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS		0.215E-05	0.137E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0	0.445E-06	0.891E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.86	1.13	55.77
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS		2.00	8.26
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.55	4.08	15.68
M-CH-EQ	0.0	0.61	78.23
S-CH-EQ	4.63	4.21	45.59

SUBCHANNEL 175 ( 6, 24)

NUMBER OF SPOTS 1

	SUBZONE 1		
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	607.94	622.11	2331.53
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.81	13.08	102.99
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS	0.0	0.206E-04	0.104E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION		0.507E-05	0.772E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.89	1.07	55.69
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS		2.00	5.10
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.70	4.42	15.83
M-CH-EQ	0.0	0.58	63.42
S-CH-EQ	4.78	4.52	47.70

SUBCHANNEL 176 ( 6, 25) NUMBER OF SPOTS 2

	SUBZONE 1		
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	598.80	615.53	2315.29
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.32	12.53	102.35
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS	0.0	0.715E-06	0.998E-03
HOT CHANNEL EXPECTATION		0.162E-06	0.667E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.85	1.12	55.59
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS		2.00	8.26
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.51	4.05	15.63
M-CH-EQ	0.0	0.61	77.98
S-CH-EQ	4.59	4.17	45.45

## 2.SUBASSEMBLY ANALYSIS

	SUBZONE 1		
	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	615.29	633.04	2325.70
SUBASS. STAND.DEVIATION	8.65	8.55	45.84
ZONE STAND.DEVIATION	5.88	6.33	39.30
CORE STAND.DEVIATION	6.39	6.80	59.68
EQUIV.NUMBER OF CHANNELS	21.56	9.67	13.38
M-S-EQ	9.19	7.50	161.41
S-S-EQ	9.31	9.18	56.01
HOT SPOT EXPECTATION IN A SUBASS.		0.512E-01	0.468E-01
HOT CHANNEL EXPECTATION IN A SUBASS.	0.0	0.505E-02	0.290E-01
HOT SUBASS.EXPECTATION	0.0	0.123E-02	0.951E-02

HOT PIN EXPECTATION PER SUBASS.

I1	I2	CLAD	FUEL
0	0	0.02	0.00
1	2	0.02	0.00



1	3	0.10	C.00
1	4	0.10	0.00
1	5	0.02	0.00
2	4	0.02	0.00
2	5	0.09	0.02
2	6	0.37	0.02
2	7	0.38	0.02
2	8	0.37	0.00
2	9	0.09	0.00
2	10	0.02	0.00
3	6	0.01	0.00
3	7	0.07	0.02
3	8	0.29	C.09
3	9	0.87	0.09
3	10	1.00	0.09
3	11	1.00	0.09
3	12	0.87	0.02
3	13	0.29	0.00
3	14	0.07	0.00
3	15	0.01	0.00
4	9	0.02	0.02
4	10	0.09	0.08
4	11	0.36	C.30
4	12	0.61	0.31
4	13	0.96	0.31
4	14	0.97	0.31
4	15	0.96	0.30
4	16	0.61	C.08
4	17	0.36	0.02
4	18	0.09	0.00
4	19	0.02	0.01
5	12	0.00	0.04
5	13	0.02	C.18
5	14	0.09	C.36
5	15	0.07	0.38
5	16	0.21	C.36
5	17	0.20	0.36
5	18	0.20	0.38
5	19	0.21	0.36
5	20	0.07	0.18
5	21	0.09	C.04
5	22	0.02	0.01
5	23	0.00	
TOTAL		12.34	4.87

# ACTIVE ZONE

## SUMMARY OF HOT ELEMENT EXPECTATION ZONE, SUBZ.

	SUBASS.	COOLANT CHANNEL	SUBASS.	CLAD CHANNEL	SPOT	SUBASS.	FUEL CHANNEL	SPOT	
1, 1	0.0	0.0	0.408E-01	0.293E+00	0.275E+01	0.616E+00	0.404E+01	0.625E+01	
2, 1	0.0	0.0	0.110E+00	0.878E+00	0.461E+01	0.856E+00	0.624E+01	0.421E+01	(PINS)
				0.454E+00			0.261E+01		
				0.136E+01			0.416E+01		(PINS)
TOTAL	0.0	0.0	0.151E+00	0.747E+00	0.736E+01	0.147E+01	0.665E+01	0.105E+02	

SUBZONE 1,1 COOLANT

REFER. TEMP. 611.00  
CRIT. TEMP. 900.00  
M-Z-EQ 32.29  
S-Z-EQ 8.22

CLAD

628.63  
680.00  
30.78  
8.46

FUEL

2300.08  
2700.00  
316.04  
51.65

SUBZONE 2,1 COOLANT

REFER. TEMP. 615.29  
CRIT. TEMP. 900.00  
M-Z-EQ 31.78  
S-Z-EQ 8.31

CLAD

633.04  
680.00  
29.78  
8.57

FUEL

2325.70  
2700.00  
297.30  
52.82

REFER. ZONE 2, 1

2, 1

2, 1

HOT CHANNEL

APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX. TEMPERATURES

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.56 M-C-EQ= 34.77 S-C-EQ= 10.07

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. TEMP.
0.50E+00	(0.0SIGMA)	0.500000E+00	650.06
0.31E+00	(0.5SIGMA)	0.691460E+00	655.10
0.16E+00	(1.0SIGMA)	0.841342E+00	660.13
0.67E-01	(1.5SIGMA)	0.933190E+00	665.16
0.23E-01	(2.0SIGMA)	0.977248E+00	670.20
0.62E-02	(2.5SIGMA)	0.993790E+00	675.23
0.14E-02	(3.0SIGMA)	0.998650E+00	680.27
0.23E-03	(3.5SIGMA)	0.999767E+00	685.30
0.32E-04	(4.0SIGMA)	0.999968E+00	690.33

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.1478

ACTUAL HSF= 2.2101

THE TEMP. DROP (REF. TEMP-INLET TEMP.= 235.29) COULD BE INCREASED BY A FACTOR= 1.9255

# FUEL HOT SPOT

PROB. OF AT LEAST ONE HOT SPOT= 0.243306E+00

ON THE AVG. 0.243E+02 CORES OUT OF 100 ARE EXPECTED TO CONTAIN 6.05 SUBASS. HAVING 4.52 CHANNELS WITH 1.57 HOT SPOTS

AVERAGE HOT SPOTS PER PIN= 1.01 HOT PINS PER SUBASS.= 7.07

## APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX. TEMPERATURES

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.85 M-C-EQ= 323.01 S-C-EQ= 73.71

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. TEMP.
0.50E+00	(0.0SIGMA)	0.500000E+00	2648.71
0.31E+00	(0.5SIGMA)	0.691460E+00	2685.56
0.16E+00	(1.0SIGMA)	0.841342E+00	2722.42
0.67E-01	(1.5SIGMA)	0.933190E+00	2759.27
0.23E-01	(2.0SIGMA)	0.977248E+00	2796.12
0.62E-02	(2.5SIGMA)	0.993790E+00	2832.98
0.14E-02	(3.0SIGMA)	0.998650E+00	2869.83
0.23E-03	(3.5SIGMA)	0.999767E+00	2906.69
0.32E-04	(4.0SIGMA)	0.999968E+00	2943.54

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2607 ACTUAL HSF= 1.1924

THE TEMP.DROP (REF. TEMP-INLET TEMP.= 1945.70) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0573

## CLAD HOT SPOT

PROB. OF AT LEAST ONE HOT SPOT= 0.799211E-01

ON THE AVG. 0.799E+01 CORES OUT OF 100 ARE EXPECTED TO CONTAIN 1.89 SUBASS. HAVING 4.94 CHANNELS WITH 9.85 HOT SPOTS

AVERAGE HOT SPOTS PER PIN= 3.29 HOT PINS PER SUBASS.= 14.82

## APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX. TEMPERATURES

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.61 M-C-EQ= 33.05 S-C-EQ= 9.87

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. TEMP.
0.50E+00	(0.0SIGMA)	0.500000E+00	666.09
0.31E+00	(0.5SIGMA)	0.691460E+00	671.02
0.16E+00	(1.0SIGMA)	0.841342E+00	675.96
0.67E-01	(1.5SIGMA)	0.933190E+00	680.89
0.23E-01	(2.0SIGMA)	0.977248E+00	685.82
0.62E-02	(2.5SIGMA)	0.993790E+00	690.76
0.14E-02	(3.0SIGMA)	0.998650E+00	695.69
0.23E-03	(3.5SIGMA)	0.999767E+00	700.63
0.32E-04	(4.0SIGMA)	0.999968E+00	705.56

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2281 ACTUAL HSF= 1.1856

THE TEMP. DRCP (REF. TEMP-INLET TEMP.= 253.04) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0359

# FLOW-RATE OPTIMIZATION

## INITIAL VALUES

ZONE	NSUB	FLRT	TOUT	JMAX	RTCS	RTCLS
1	60	11731.06	593.90	1	628.63	619.87
2	90	11427.48	583.46	1	633.04	624.28

TOTAL FLOW-RATE= 0.173234E+07

AVG. OUTLET TEMP.= 587.70

PROB= 0.118E-01

INTERMEDIATE AVG. OUTLET TEMP.= 578.77

## FINAL VALUES

ZONE	DX	RTCLS	FC	FLRT	TOUT
1	-7.45	621.18	0.9630	12181.81	585.98
2	-9.76	623.28	0.9520	12003.69	573.69

TOTAL FLOW-RATE= 0.181124E+07

AVG. OUTLET TEMP.= 578.65

PROB= 0.113E-01

OVERPOWER ANALYSIS

DATASET: SL-KOEFF CREATION-DATE/TIME: 12.06.75 / 11.25.34  
DESCRIPTOR: THESYS TESTSAMPLE FOR STATIST. HOT SPOT ANALYSIS  
NUMBER OF SUBASS.: 2

(THESYS-BLOCK 1)

ZONE 1

IR, IU: 1 0 NUMBER OF PINS: 91 ILB = 1  
ENRICHMENT ZONE 1

SUBASSEMBLY ANALYSIS

SUBZONE 1  
STAND.DEV. W/CM  
EQUIV.NUMBER OF CHANNELS 66.99  
EXPECTED NUMBER OF HOT:

REF.SPEC.POWER W/CM 451.39  
SUBASSY 13.16  
M-S-EQ 39.47  
SUBASSY 0.785E-03

ZONE 11.28  
S-S-EQ 14.97  
PINS 0.200E-02

CORE 11.28  
SPOTS 0.240E-02

ZONE 2

IR, IU: 2 0 NUMBER OF PINS: 91 ILB = 1  
ENRICHMENT ZONE 2

SUBASSEMBLY ANALYSIS

SUBZONE 1	REF. SPEC. POWER W/CM 459.98	ZONE 11.50	CORE 11.50
STAND. DEV. W/CM	SUBASSY 13.41	S-S-EQ 16.13	SPOTS 0.151E-02
EQUIV. NUMBER OF CHANNELS 6.11	M-S-EQ 28.08	PINS 0.118E-02	
EXPECTED NUMBER OF HOT:	SUBASSY 0.817E-03		



SUMMARY OF HOT SPOT EXPECTATION

ZONE	SUBZONE	SUBASSY	PIN	SPOT
1	1	0.471E-01	0.120E+00	0.144E+00
2	1	0.795E-01	0.106E+00	0.136E+00
TOTAL		0.121E+00	0.227E+00	0.280E+00
SUBZONE	REF. POWER	M-Z-EQ	S-Z-EQ	(W/CM)
1,1	451.39	73.56	14.88	
2,1	459.98	67.21	15.34	
REFERENCE SUBZONE: 2,1				

# POWER HOT SPOT

PROB. OF AT LEAST ONE HOT SPOT= 0.685929E-01

ON THE AVG. 0.686E+01 CORES OUT OF 100 ARE EXPECTED TO CONTAIN 1.76 SUBASS. HAVING 1.88 FUEL PINS WITH 1.24 HOT SPOTS

APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX.SPEC.POWER

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.84 M-C-EQ= 74.57 S-C-EQ= 17.07

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. POWER
0.50E+00	(0.0SIGMA)	0.500000E+00	534.55
0.31E+00	(0.5SIGMA)	0.691460E+00	543.08
0.16E+00	(1.0SIGMA)	0.841342E+00	551.62
0.67E-01	(1.5SIGMA)	0.933190E+00	560.15
0.23E-01	(2.0SIGMA)	0.977248E+00	568.69
0.62E-02	(2.5SIGMA)	0.993790E+00	577.22
0.14E-02	(3.0SIGMA)	0.998650E+00	585.76
0.23E-03	(3.5SIGMA)	0.999767E+00	594.29
0.32E-04	(4.0SIGMA)	0.999968E+00	602.83

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2549 ACTUAL HSF= 1.2174  
 THE SPECIFIC POWER ( 459.98) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0308

# ENRICHMENT ZONE ANALYSIS

PRFL= 2.63 SIGMA

## ENRICHMENT ZONE 1

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2707      ACTUAL HSF= 1.2406  
 THE SPECIFIC POWER ( 451.39) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0243

## ENRICHMENT ZONE 2

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2547      ACTUAL HSF= 1.2174  
 THE SPECIFIC POWER ( 459.98) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0306

## FINAL VALUES:

ENR.ZONE	REF.POWER	NOM.POWER	FACTOR
1	440.69	419.70	0.98
2	446.32	417.12	0.97

```

*****
*               *
*   T H E S Y S   *
*   STAND VOM JUNI 74   *
*   LAUF VOM 12.06.75 11.29 UHR   *
*               *
*****

```

DATEN ZUR GESAMTRECHNUNG,BLOCK I:

THESYS	TESTSAMPLE	FOR	STATIST.	HOT SPOT	ANALYSIS		(THESYS-BLOCK I)			
0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
.0	.1600000	.1200000	.0	.0	.0	0	0	0	0	0
1	1	12	3	1	0	0	0	0	0	0

FOLGENDE PROBLEMAHBAENG. UNTERPROGR. SIND GELADEN:

FWFU: STANDARD-FUNCTION FW=AF/RE\*\*BF AF,BF=EINGABEGROESSEN, RE=R  
EYNOLDSZAHL

TURBU: MISCHRATE UND EFFEKTIVE MISCH-LAENGE NACH ROWE/ANGLE (COBRA)  
BNWL-371 PT2 ERSTELLT: JANUAR 1972

EINGABE: BLOCK II.1  
\*\*\*\*\*

10.00000	380.0000	91	.8000000	.0	2	0
WL	RA	0XYD	YES	NO		
.6000000	.7900000	.0	.0	.6000000	.3800000E-01	.3000000
100.0000	40.00000	.0	.0	.0	.0	.0
.6000000E-01	.0	1.000000	1.000000	1.000000	.0	1.000000
.5000000	.5000000	.0	.0	.7500000E-02	1.000000	1.000000
.2100000	.2100000	.2400000E-01	.8000000	.0	.0	.9999999E+10
1.500000	.0	.0	.0	.0	.0	1.100000
7.000000	.2500000E-01	.8000000	.8000000	.0	.0	
6	18	6	21			
BLOCK III. 1	0	1 1	60	0	0	0
585.9827	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000
430.0000						

\*\*\*\* DATEN AUS GEPO \*\*\*\*

BUENDELKENNGROESSEN	NST = 91	N = 6	JJ = 12	JECK = 151	NGES = 186
*NORMAL *-KANAELE	FKN(1) = 0.128871 CM**2	USN(1) = 0.942480 CM	DHN(1) = 0.546945 CM		
	FKN(2) = 0.185688 CM**2	USN(2) = 1.732479 CM	DHN(2) = 0.428722 CM		
	FKN(3) = 0.042619 CM**2	USN(3) = 0.747700 CM	DHN(3) = 0.228000 CM		
	FPIN = 0.282744 CM**2	UPIN = 1.884959 CM	FKPIN = 0.257742 CM**2		
GESAMT-BUENDEL	ZW = 8.7196	SWA = 8.2696	SWI = 7.6696	FKB = 31.9422	FBB = 19.6243
	FZELL = 65.8450	FKAST = 8.1731	FSB = 14.2785		
	ALFA = 0.4851	BETA = 0.2168	OMEGA = 0.2980	DHB = 0.5087	
	FSKI = 50.8866	FKI = 25.1570	UBUI = 197.833		
	ZUSAETZLICHE FLAECHEEN UND UMFANGEN	DURCH LINER BEI RAND- UND ECKKANAELEN			
	FLIN2 = 0.0	ULIN2 = 0.0	FLIN3 = 0.0	ULIN3 = 0.0	CM**2 / CM

\*\*\*\* ITERATIONSPARAMETER \*\*\*\*

IZ = 1  
EXP= 0.50 DPGNOM= 3.222 GPKT= 12004. THQ= 588.99 TH2Q= 585.98

IZ = 2

IR,IU	1, 1	1, 2	1, 3	1, 4	1, 5	1, 6
GPKT	64.1384	64.1384	64.1384	64.1384	64.1384	64.1384
DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000
THCA	591.8613	591.8613	591.8613	591.8613	591.8616	591.8613
THA	591.8455	591.8455	591.8455	591.8455	591.8455	591.8455
IR,IU	2, 1	2, 2	2, 3	2, 4	2, 5	2, 6
GPKT	64.1385	64.1384	64.1385	64.1385	64.1385	64.1385
DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000
THCA	591.8423	591.8560	591.8425	591.8425	591.8560	591.8425
THA	591.7598	591.8164	591.7590	591.7598	591.8164	591.7590
IR,IU	2, 13	2, 14	2, 15	2, 16	2, 17	2, 18
GPKT	64.1385	64.1384	64.1385	64.1385	64.1384	64.1385

DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000							
THCA	591.8425	591.8560	591.8425	591.8423	591.8552	591.8413							
THA	591.7598	591.8164	591.7590	591.7598	591.8167	591.7598							
IR,IU	3, 1	3, 2	3, 3	3, 4	3, 5	3, 6	3, 7	3, 8	3, 9	3, 10	3, 11	3, 12	
GPKT	64.1399	64.1390	64.1397	64.1390	64.1399	64.1399	64.1390	64.1397	64.1390	64.1399	64.1399	64.1390	
DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	
THCA	591.6404	591.7786	591.6753	591.7786	591.6399	591.6409	591.7783	591.6753	591.7786	591.6399	591.6414	591.7783	
THA	591.1699	591.5442	591.2905	591.5442	591.1702	591.1707	591.5444	591.2905	591.5442	591.1702	591.1707	591.5444	
IR,IU	3, 13	3, 14	3, 15	3, 16	3, 17	3, 18	3, 19	3, 20	3, 21	3, 22	3, 23	3, 24	
GPKT	64.1397	64.1390	64.1399	64.1399	64.1390	64.1397	64.1390	64.1399	64.1399	64.1390	64.1397	64.1390	
DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	
THCA	591.6753	591.7786	591.6399	591.6414	591.7783	591.6753	591.7786	591.6399	591.6409	591.7783	591.6753	591.7786	
THA	591.2905	591.5442	591.1702	591.1707	591.5444	591.2905	591.5442	591.1702	591.1707	591.5444	591.2905	591.5442	
IR,IU	3, 25	3, 26	3, 27	3, 28	3, 29	3, 30							
GPKT	64.1399	64.1399	64.1390	64.1397	64.1390	64.1399							
DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000							
THCA	591.6399	591.6414	591.7788	591.6753	591.7786	591.6414							
THA	591.1702	591.1707	591.5447	591.2905	591.5442	591.1711							
IR,IU	4, 1	4, 2	4, 3	4, 4	4, 5	4, 6	4, 7	4, 8	4, 9	4, 10	4, 11	4, 12	
GPKT	64.1476	64.1430	64.1468	64.1427	64.1468	64.1430	64.1476	64.1476	64.1430	64.1468	64.1427	64.1468	
DPG	3.2999	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.2999	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	
THCA	590.1921	591.0957	590.3411	591.1299	590.3389	591.0940	590.1909	590.1926	591.0957	590.3411	591.1299	590.3396	
THA	588.5803	590.0481	588.9895	590.1736	588.9871	590.0474	588.5806	588.5784	590.0481	588.9883	590.1736	588.9878	
IR,IU	4, 13	4, 14	4, 15	4, 16	4, 17	4, 18	4, 19	4, 20	4, 21	4, 22	4, 23	4, 24	
GPKT	64.1430	64.1476	64.1476	64.1430	64.1468	64.1427	64.1468	64.1430	64.1476	64.1476	64.1430	64.1468	
DPG	3.3000	3.2999	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.2999	3.3000	3.3000	3.3000	
THCA	591.0933	590.1909	590.1924	591.0957	590.3403	591.1299	590.3396	591.0933	590.1919	590.1926	591.0950	590.3408	
THA	590.0466	588.5803	588.5786	590.0476	588.9880	590.1729	588.9873	590.0466	588.5806	588.5784	590.0481	588.9880	
IR,IU	4, 25	4, 26	4, 27	4, 28	4, 29	4, 30	4, 31	4, 32	4, 33	4, 34	4, 35	4, 36	
GPKT	64.1427	64.1468	64.1430	64.1476	64.1476	64.1430	64.1468	64.1427	64.1468	64.1430	64.1476	64.1476	
DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.2999	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.2999	3.3000	
THCA	591.1299	590.3396	591.0937	590.1914	590.1926	591.0957	590.3411	591.1299	590.3396	591.0933	590.1909	590.3408	
THA	590.1736	588.9878	590.0474	588.5803	588.5784	590.0481	588.9883	590.1736	588.9878	590.0466	588.5803	588.5786	
IR,IU	4, 37	4, 38	4, 39	4, 40	4, 41	4, 42							
GPKT	64.1430	64.1468	64.1427	64.1468	64.1430	64.1476							
DPG	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.3000	3.2999							
THCA	591.0950	590.3401	591.1301	590.3396	591.0950	590.1912							
THA	590.0481	588.9878	590.1729	588.9868	590.0474	588.5781							
IR,IU	5, 1	5, 2	5, 3	5, 4	5, 5	5, 6	5, 7	5, 8	5, 9	5, 10	5, 11	5, 12	
GPKT	64.1755	64.1614	64.1773	64.1624	64.1790	64.1624	64.1773	64.1614	64.1755	64.1755	64.1614	64.1773	
DPG	3.2998	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2998	3.2998	3.2999	3.2999	
THCA	584.3127	587.3247	583.9077	587.0876	583.5251	587.0840	583.8999	587.3198	584.3125	584.3132	587.3240	583.9048	
THA	582.5781	585.2236	582.8894	585.2173	582.6060	585.2144	582.8923	585.2258	582.5811	582.5791	585.2244	582.8896	
IR,IU	5, 13	5, 14	5, 15	5, 16	5, 17	5, 18	5, 19	5, 20	5, 21	5, 22	5, 23	5, 24	
GPKT	64.1624	64.1790	64.1624	64.1773	64.1614	64.1755	64.1755	64.1614	64.1773	64.1624	64.1790	64.1624	
DPG	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2998	3.2998	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	
THCA	587.0867	583.5237	587.0828	583.8992	587.3198	584.3118	584.3125	587.3235	583.9053	587.0857	583.5237	587.0833	
THA	585.2173	582.6055	585.2148	582.8918	585.2256	582.5808	582.5781	585.2227	582.8901	585.2161	582.6055	585.2146	
IR,IU	5, 25	5, 26	5, 27	5, 28	5, 29	5, 30	5, 31	5, 32	5, 33	5, 34	5, 35	5, 36	
GPKT	64.1773	64.1614	64.1755	64.1755	64.1614	64.1773	64.1624	64.1790	64.1773	64.1773	64.1614	64.1755	
DPG	3.2999	3.2999	3.2998	3.2998	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2998	
THCA	583.8989	587.3191	584.3120	584.3132	587.3242	583.9053	587.0864	583.5239	587.0828	583.8989	587.3203	584.3123	
THA	582.8926	585.2261	582.5808	582.5793	585.2236	582.8896	585.2168	582.6052	585.2148	582.8923	585.2258	582.5806	
IR,IU	5, 37	5, 38	5, 39	5, 40	5, 41	5, 42	5, 43	5, 44	5, 45	5, 46	5, 47	5, 48	
GPKT	64.1755	64.1614	64.1773	64.1624	64.1790	64.1624	64.1773	64.1614	64.1755	64.1755	64.1614	64.1773	

DPG	3.2998	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2999	3.2998	3.2998	3.2999	3.2999
THCA	584.3132	587.3240	583.9048	587.0867	583.5237	587.0828	583.8987	587.3201	584.3115	584.3123	587.3235	583.9043
THA	582.5791	585.2244	582.8896	585.2173	582.6055	585.2148	582.8923	585.2258	582.5808	582.5786	585.2227	582.8887
IR, IU	5, 49	5, 50	5, 51	5, 52	5, 53	5, 54						
GPKT	64.1624	64.1790	64.1625	64.1773	64.1614	64.1755						
DPG	3.2999	3.2999	3.2999	3.2998	3.2999	3.2998						
THCA	587.0845	583.5212	587.0815	583.8945	587.3167	584.3108						
THA	585.2153	582.6028	585.2129	582.8894	585.2219	582.5674						
IR, IU	6, 0	6, 1	6, 2	6, 3	6, 4	6, 5	6, 6	6, 7	6, 8	6, 9	6, 10	6, 11
GPKT	13.9072	82.3727	82.3966	82.4030	82.3966	82.3727	13.9071	82.3727	82.3966	82.4030	82.3966	82.3727
DPG	3.2996	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2995	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997
THCA	584.1470	576.2297	572.4224	571.3440	572.4109	576.2385	584.1641	576.2393	572.4202	571.3416	572.4104	576.2375
THA	578.2249	578.4707	577.5598	577.0032	577.5833	578.5061	578.2544	578.4885	577.5654	577.0039	577.5825	578.5051
IR, IU	6, 12	6, 13	6, 14	6, 15	6, 16	6, 17	6, 18	6, 19	6, 20	6, 21	6, 22	6, 23
GPKT	13.9071	82.3727	82.3966	82.4030	82.3966	82.3727	13.9071	82.3727	82.3966	82.4030	82.3966	82.3727
DPG	3.2995	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2995	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997
THCA	584.1638	576.2380	572.4199	571.3413	572.4097	576.2375	584.1643	576.2378	572.4204	571.3418	572.4114	576.2383
THA	578.2554	578.4880	577.5642	577.0032	577.5830	578.5051	578.2581	578.4893	577.5654	577.0034	577.5830	578.5063
IR, IU	6, 24	6, 25	6, 26	6, 27	6, 28	6, 29	6, 30	6, 31	6, 32	6, 33	6, 34	6, 35
GPKT	13.9071	82.3727	82.3966	82.4030	82.3966	82.3727	13.9071	82.3727	82.3966	82.4030	82.3966	82.3727
DPG	3.2995	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2995	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997	3.2997
THCA	584.1646	576.2388	572.4202	571.3416	572.4094	576.2378	584.1633	576.2375	572.4180	571.3381	572.4087	576.2432
THA	578.2581	578.4890	577.5654	577.0039	577.5825	578.5051	578.2605	578.4880	577.5637	577.0015	577.5784	578.4939

EXP= 0.51 DPGNOM= 3.300 GGPKT= 12178. THQ= 586.00 TH2Q= 585.98

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2

QZUGES = .31757E+07 QTH = .31302E+07 QGAG = 44982. ABWEICHUNG: 0.0002  
QZUTHQ = .31757E+07  
QKAMX = 17200.

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FUER DAS BRENNLEMENT 1, 0:

IZLO,IPDS: 1 2 POS.: 1, 0 EING.: 1

THE = 380.00 TH2MAX = 591.85 TH2Q = 586.00 CELSIUS  
PE = 10.000 PA = 6.700 DPB = 3.300 GGES = 12178. ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0590

EINTRITT:

ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 562. CM/S  
RE = 84936. PR = 0.00513

AUSTRITT:

ETP = 1123.08 WS/GR RHO = 0.81156 GR/CM3 LAMBDA = 0.6294 W/(CM\*C) ETA = 0.00210 GR/(S\*CM) W = 596. CM/S  
RE = 117146. PR = 0.00419

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 591.86 C IM KANAL 1, 5 INTERNE KANALNUMMER: 5 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WAERMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

\*\*\* DATEN FÜR KANAL 6,18 INTERNE KANALNUMMER: 169 KANALTYP: 3

IZLO, IPOS: 1 2 POS: 1, 0 EING.: 1

FK = 0.0426 CM2 DH = 0.2280 CM GPKT = 13.907 GR/S QKA = 5733. W QKAG = 975.2 W

	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	25665.	0.00513	0.0						
BUENDELEINTRITT	0.0	9.94	380.00	862.29	25665.	0.00513	0.0						
	0.0	9.94	380.00	862.29	25665.	0.00513	0.0						
UNTERES BLANKET	0.0	9.94	380.00	862.29	25665.	0.00513	0.0						
	40.00	9.24	380.00	862.29	25665.	0.00512	0.0						
SPALTZONE	40.00	9.24	380.00	862.29	25665.	0.00512	182.99	26.22	383.70	392.77	402.48	506.51	1113.3
	48.33	9.09	395.69	882.40	26445.	0.00501	252.68	25.97	400.85	413.38	426.78	570.43	1408.2
	56.67	8.95	411.46	902.55	27222.	0.00491	313.41	25.72	417.92	433.46	450.09	628.27	1667.4
	65.00	8.80	429.23	925.20	28091.	0.00480	363.03	25.44	436.80	454.80	474.06	680.45	1884.2
	73.33	8.65	448.71	949.96	29033.	0.00470	399.79	25.13	457.14	476.97	498.18	725.46	2051.1
	81.67	8.50	469.31	976.08	30018.	0.00460	422.38	24.82	478.34	499.28	521.69	761.82	2162.3
	90.00	8.35	490.29	1002.62	31011.	0.00450	430.00	24.50	499.60	520.93	543.74	788.20	2214.0
	98.33	8.20	510.90	1028.62	31975.	0.00442	422.38	24.19	520.16	541.11	563.52	803.65	2204.1
	106.67	8.05	530.38	1053.17	32876.	0.00436	399.79	23.90	539.26	559.08	580.30	807.58	2133.2
	115.00	7.90	548.08	1075.44	33687.	0.00429	363.03	23.64	556.23	574.23	593.49	799.88	2003.6
	123.33	7.74	563.28	1094.55	34377.	0.00426	313.41	23.42	570.38	585.92	602.55	780.73	1819.9
	131.67	7.59	575.46	1109.85	34926.	0.00422	252.68	23.24	581.23	593.76	607.16	750.81	1588.6
	140.00	7.44	584.16	1120.78	35316.	0.00419	182.99	23.12	588.36	597.44	607.15	711.18	1317.9
OBERES BLANKET	140.00	7.44	584.16	1120.78	35316.	0.00419	0.0						
	153.33	7.19	576.81	1111.54	34986.	0.00421	0.0						
	166.67	6.95	577.73	1112.70	35027.	0.00422	0.0						
	180.00	6.70	578.26	1113.36	35051.	0.00421	0.0						
KOPFSTUECK	180.00	6.70	578.26	1113.36	35051.	0.00421	0.0						
	180.00	6.70	578.26	1113.36	35051.	0.00421	0.0						
NACH AUSTRITT	180.00	6.70	578.26	1113.37	35051.	0.00421	0.0						

CM ATA C WS/GR \*\*\* \*\*\* W/CM W/(CM2\*C) C C C C C

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 135.80 Z = 92.84 CM  
TWAMAX = 588.36 TWMMAX = 597.44 TWIMAX = 607.73 TBIMAX = 2217.5 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0685/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV.WAERMELEIT.: 0.0759/CM (FÜR ALLE SPALTE DES KANALS)  
MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0601

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 379. CM/S  
AUSTRITT: ETP = 1113.37 WS/GR RHO = 0.81342 GR/CM3 LAMBDA = 0.6328 W/(CM\*C) ETA = 0.00212 GR/(S\*CM) W = 401. CM/S



\*\*\* DATEN FUER KANAL 6,21 INTERNE KANALNUMMER:172 KANALTYP: 2

IZLO,IPOS: 1 2 PCS: 1, 0 EING.: 1

*** DATEN FUER KANAL ***																	
FK = 0.1857 CM2		DH = 0.4287 CM		GPKT = 82.403 GR/S		QKA = 17199. W		QKAG = 1304.4 W									
	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI				
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	65630.	0.00513	0.0										
BUENDELEINTRITT	0.0	9.86	379.99	862.29	65629.	0.00513	0.0										
	0.0	9.86	379.99	862.29	65629.	0.00513	0.0										
UNTERES BLANKET	0.0	9.86	379.99	862.29	65629.	0.00513	0.0										
	40.00	9.17	379.99	862.29	65629.	0.00512	0.0										
SPALTZONE	40.00	9.17	379.99	862.29	65629.	0.00512	182.99	16.29	385.95	395.02	404.73	508.76	1115.5				
	48.33	9.03	389.37	874.30	66823.	0.00506	252.68	16.21	397.64	410.17	423.57	567.22	1405.0				
	56.67	8.88	401.74	890.13	68389.	0.00497	313.41	16.10	412.07	427.61	444.24	622.41	1661.6				
	65.00	8.74	416.76	909.31	70277.	0.00488	363.03	15.96	428.83	446.83	466.09	672.48	1876.2				
	73.33	8.59	433.90	931.14	72413.	0.00478	399.79	15.81	447.32	467.14	488.36	715.64	2041.2				
	81.67	8.44	452.60	954.90	74721.	0.00468	422.38	15.64	466.93	487.87	510.28	750.41	2150.9				
	90.00	8.30	472.21	979.76	77116.	0.00458	430.00	15.47	486.96	508.28	531.10	775.56	2201.3				
	98.33	8.15	492.06	1004.85	79514.	0.00450	422.38	15.30	506.71	527.65	550.07	790.19	2190.7				
	106.67	8.00	511.42	1029.28	81828.	0.00442	399.79	15.13	525.43	545.25	566.47	793.75	2119.3				
	115.00	7.85	529.65	1052.26	83986.	0.00436	363.03	14.98	542.51	560.51	579.77	786.16	1989.9				
	123.33	7.70	546.10	1072.94	85913.	0.00431	313.41	14.84	557.30	572.84	589.47	767.64	1806.8				
	131.67	7.55	560.16	1090.63	87548.	0.00426	252.68	14.73	569.26	581.79	595.20	738.84	1576.7				
	140.00	7.40	571.34	1104.68	88839.	0.00423	182.99	14.64	577.97	587.05	596.76	700.79	1307.5				
OBERES BLANKET	140.00	7.40	571.34	1104.68	88839.	0.00423	0.0										
	153.33	7.16	573.73	1107.67	89113.	0.00423	0.0										
	166.67	6.91	575.56	1109.98	89324.	0.00422	0.0										
	180.00	6.67	577.00	1111.79	89489.	0.00422	0.0										
KOPFSTUECK	180.00	6.67	577.00	1111.79	89489.	0.00422	0.0										
	180.00	6.67	577.00	1111.79	89489.	0.00422	0.0										
NACH AUSTRITT	180.00	6.70	577.01	1111.80	89490.	0.00422	0.0										
	CM	ATA	C	WS/GR	***	***	W/CM	W/(CM2*C)	C	C	C	C	C				

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 138.95 Z = 92.72 CM  
 TWAMAX = 577.97 TWMAX = 587.05 TWIMAX = 596.79 TBIMAX = 2204.6 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0218/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV. WAERMELEIT.: 0.0192/CM (FUER ALLE SPALTE DES KANALS)

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0599

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*CM) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 515. CM/S

AUSTRITT: ETP = 1111.80 WS/GR RHO = 0.81373 GR/CM3 LAMBDA = 0.6334 W/(CM\*CM) ETA = 0.00213 GR/(S\*CM) W = 545. CM/S

FREIER SPEICHER IN K: 86 RECHENZEIT: 15.6 SEC

EINGABE: BLOCK II.1

\*\*\*\*\*

IZLO,IPDS: 1 3 POS: 2, 0 EING.: 2

10.00000	380.0000	91	.8000000	.0	2	3
WL	RA	OXYD	YES	NO		
.6000000	.7900000	.0	.0	.6000000	.3800000E-01	.3000000
100.0000	40.00000	.0	.0	.0	.0	.0
.6000000E-01	.0	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
.5000000	.5000000	.0	10.00000	.0	.0	1.000000
.2100000	.2100000	.2400000E-01	.8000000	.7500000E-02	1.000000	1.000000
1.500000	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.000000	.2500000E-01	.8000000	.8000000	.0	.0	.9999999E+10
6	18	6	21			1.100000
BLOCK III. 2	2	0	1 2 90	0	0	0
573.6907	3	.0		0	0	0
400.0000	370.0000	370.0000	400.0000	430.0000	430.0000	400.0000

\*\*\*\* ITERATIONSPARAMETER \*\*\*\*

IZ = 1

EXP= 0.50 DPGNOM= 3.146 GPKT= 11869. THQ= 575.81 TH2Q= 573.69

IZ = 2

IR,IU	1, 1	1, 2	1, 3	1, 4	1, 5	1, 6
GPKT	63.2020	63.1969	63.1866	63.1814	63.1866	63.1969
DPG	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019
THCA	577.8879	578.9119	580.9607	581.9849	580.9602	578.9119
THA	577.8738	578.8965	580.9434	581.9670	580.9438	578.8972

IR,IU	2, 1	2, 2	2, 3	2, 4	2, 5	2, 6	2, 7	2, 8	2, 9	2, 10	2, 11	2, 12
GPKT	63.2175	63.2122	63.2175	63.2124	63.2020	63.1970	63.1868	63.1815	63.1714	63.1662	63.1713	63.1662
DPG	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019
THCA	574.7969	575.8337	574.7969	575.8198	577.8816	578.8901	580.9390	581.9778	584.0115	585.0369	584.0278	585.0359
THA	574.7178	575.7957	574.7173	575.7378	577.8413	578.8030	580.8467	581.9326	583.9148	584.9373	583.9797	584.9368

IR,IU	2, 13	2, 14	2, 15	2, 16	2, 17	2, 18
GPKT	63.1714	63.1815	63.1868	63.1970	63.2020	63.2124
DPG	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019
THCA	584.0115	581.9778	580.9390	578.8904	577.8816	575.8198
THA	583.9150	581.9338	580.8462	578.8044	577.8416	575.7383

IR,IU	3, 1	3, 2	3, 3	3, 4	3, 5	3, 6	3, 7	3, 8	3, 9	3, 10	3, 11	3, 12
GPKT	63.2341	63.2282	63.2339	63.2282	63.2341	63.2290	63.2179	63.2135	63.2027	63.1984	63.1882	63.1821
DPG	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019
THCA	571.5312	572.6885	571.5684	572.6877	571.5308	572.5486	574.7314	575.6477	577.7986	578.6724	580.7095	581.8894
THA	571.0896	572.4678	571.2148	572.4668	571.0896	572.0969	574.4998	575.2666	577.5569	578.1777	580.1941	581.6262

IR,IU	3, 13	3, 14	3, 15	3, 16	3, 17	3, 18	3, 19	3, 20	3, 21	3, 22	3, 23	3, 24
GPKT	63.1726	63.1668	63.1575	63.1524	63.1565	63.1521	63.1565	63.1524	63.1575	63.1668	63.1726	63.1821
DPG	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019
THCA	583.8196	584.9600	586.8440	587.8645	587.0088	587.9082	587.0081	587.8635	586.8450	584.9607	583.8191	581.8896
THA	583.3799	584.6858	586.2839	587.2944	586.7241	587.4424	586.7244	587.2932	586.2847	584.6865	583.3811	581.6262

IR,IU	3, 25	3, 26	3, 27	3, 28	3, 29	3, 30
GPKT	63.1882	63.1984	63.2027	63.2135	63.2179	63.2290
DPG	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019

THCA	580.7100	578.6733	577.7988	575.6487	574.7314	572.5483							
THA	580.1938	578.1802	577.5571	575.2678	574.5012	572.0979							
IR,IU	4, 1	4, 2	4, 3	4, 4	4, 5	4, 6	4, 7	4, 8	4, 9	4, 10	4, 11	4, 12	
GPKT	63.2565	63.2472	63.2556	63.2469	63.2556	63.2472	63.2565	63.2516	63.2371	63.2355	63.2216	63.2204	
DPG	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2019	3.2018	
THCA	567.0991	568.9731	567.2742	569.0173	567.2747	568.9731	567.0969	568.0830	570.9888	571.2769	574.0813	574.3140	
THA	565.6506	568.0210	566.0825	568.1582	566.0820	568.0205	565.6509	566.5994	569.9944	569.9880	573.1475	572.9795	
IR,IU	4, 13	4, 14	4, 15	4, 16	4, 17	4, 18	4, 19	4, 20	4, 21	4, 22	4, 23	4, 24	
GPKT	63.2067	63.2064	63.1967	63.1865	63.1803	63.1709	63.1651	63.1559	63.1513	63.1463	63.1458	63.1450	
DPG	3.2019	3.2018	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	
THCA	577.0837	577.1326	579.1084	581.1233	582.3323	584.2263	585.3752	587.2273	588.1755	589.1655	589.2515	589.3923	
THA	576.0063	575.4382	577.3428	579.9614	580.8066	583.1382	583.8035	585.9849	586.1992	587.1514	587.9668	587.7249	
IR,IU	4, 25	4, 26	4, 27	4, 28	4, 29	4, 30	4, 31	4, 32	4, 33	4, 34	4, 35	4, 36	
GPKT	63.1455	63.1450	63.1458	63.1463	63.1513	63.1559	63.1651	63.1709	63.1803	63.1865	63.1966	63.2064	
DPG	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2019	3.2018	
THCA	589.3074	589.3916	589.2505	589.1650	588.1777	587.2302	585.3770	584.2280	582.3323	581.1216	579.1067	577.1338	
THA	588.1423	587.7239	587.9661	587.1538	586.1970	585.9863	583.8062	583.1401	580.8059	579.9617	577.3450	575.4360	
IR,IU	4, 37	4, 38	4, 39	4, 40	4, 41	4, 42							
GPKT	63.2067	63.2204	63.2216	63.2355	63.2371	63.2516							
DPG	3.2019	3.2018	3.2019	3.2018	3.2018	3.2018							
THCA	577.0857	574.3154	574.0825	571.2766	570.9893	568.0842							
THA	576.0076	572.9819	573.1475	569.9878	569.9939	566.6011							
IR,IU	5, 1	5, 2	5, 3	5, 4	5, 5	5, 6	5, 7	5, 8	5, 9	5, 10	5, 11	5, 12	
GPKT	63.2962	63.2788	63.2971	63.2793	63.2985	63.2793	63.2971	63.2788	63.2963	63.2918	63.2694	63.2789	
DPG	3.2017	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017	3.2017	3.2018	3.2017	
THCA	558.6528	562.4451	558.4658	562.3101	558.1675	562.3076	558.4604	562.4414	558.6484	559.5334	564.3296	562.1172	
THA	557.5063	560.7090	557.8582	560.7793	557.6440	560.7778	557.8521	560.7112	557.5049	558.3550	562.5024	561.3511	
IR,IU	5, 13	5, 14	5, 15	5, 16	5, 17	5, 18	5, 19	5, 20	5, 21	5, 22	5, 23	5, 24	
GPKT	63.2553	63.2658	63.2404	63.2500	63.2254	63.2359	63.2269	63.2065	63.2134	63.1922	63.2003	63.1773	
DPG	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017	3.2017	3.2018	3.2017	3.2018	3.2018	3.2018	
THCA	567.1272	564.7100	570.1001	567.9070	573.1560	570.7822	572.5547	576.9368	575.2336	579.7588	577.8220	582.7380	
THA	565.4121	563.9492	568.3083	566.9583	571.0059	569.0112	570.7166	574.5994	573.9570	577.5923	576.5803	580.4961	
IR,IU	5, 25	5, 26	5, 27	5, 28	5, 29	5, 30	5, 31	5, 32	5, 33	5, 34	5, 35	5, 36	
GPKT	63.1844	63.1623	63.1707	63.1663	63.1528	63.1660	63.1531	63.1674	63.1531	63.1660	63.1529	63.1663	
DPG	3.2018	3.2018	3.2017	3.2017	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2017	
THCA	581.0371	585.7830	583.8298	584.7192	587.6790	584.7104	587.5771	584.3896	587.5752	584.7046	587.6760	584.7168	
THA	579.5776	583.1211	581.3962	582.2498	584.9189	583.0818	585.1467	582.9065	585.1455	583.0842	584.9231	582.2517	
IR,IU	5, 37	5, 38	5, 39	5, 40	5, 41	5, 42	5, 43	5, 44	5, 45	5, 46	5, 47	5, 48	
GPKT	63.1707	63.1623	63.1844	63.1773	63.2003	63.1922	63.2134	63.2065	63.2270	63.2359	63.2254	63.2500	
DPG	3.2017	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017	3.2017	3.2018	3.2017	
THCA	583.8318	585.7869	581.0442	582.7402	577.8215	579.7561	575.2288	576.9336	572.5532	570.7844	573.1587	567.9131	
THA	581.3943	583.1174	579.5752	580.4985	576.5803	577.5911	573.9597	574.6021	570.7183	569.0105	571.0034	566.9565	
IR,IU	5, 49	5, 50	5, 51	5, 52	5, 53	5, 54							
GPKT	63.2404	63.2658	63.2553	63.2790	63.2694	63.2919							
DPG	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017	3.2018	3.2017							
THCA	570.1023	564.7097	567.1257	562.1135	564.3279	559.5339							
THA	568.3103	563.9500	565.4106	561.3525	562.5042	558.3452							
IR,IU	6, 0	6, 1	6, 2	6, 3	6, 4	6, 5	6, 6	6, 7	6, 8	6, 9	6, 10	6, 11	
GPKT	81.7179	81.2472	81.2668	81.2719	81.2668	81.2472	81.7179	81.2368	81.2417	81.2304	81.2088	81.1738	
DPG	3.2015	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	
THCA	556.4778	549.5161	546.3286	545.4414	546.3220	549.5151	556.4832	551.1807	550.3381	552.0645	555.5972	561.2224	
THA	553.1304	552.7095	551.8352	551.3608	551.8542	552.7366	553.1992	554.3928	555.7930	557.8911	560.9319	563.8748	
IR,IU	6, 12	6, 13	6, 14	6, 15	6, 16	6, 17	6, 18	6, 19	6, 20	6, 21	6, 22	6, 23	
GPKT	81.7040	81.1530	81.1582	81.1470	81.1250	81.0896	81.6900	81.0792	81.0996	81.1051	81.0996	81.0791	
DPG	3.2014	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2014	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	

THCA	569.7256	564.5562	563.6426	565.3396	568.9165	574.6226	582.9990	576.2964	572.9521	571.9915	572.9446	576.2910
THA	565.2534	567.2104	568.8396	570.9768	573.9941	576.7148	577.3318	578.3755	577.9451	577.5322	577.9644	578.3938
IR, IU	6, 24	6, 25	6, 26	6, 27	6, 28	6, 29	6, 30	6, 31	6, 32	6, 33	6, 34	6, 35
GPKT	13.6900	81.0897	81.1250	81.1470	81.1582	81.1529	13.7040	81.1738	81.2087	81.2304	81.2417	81.2367
DPG	3.2014	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2014	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016	3.2016
THCA	583.0002	574.6282	568.9243	565.3403	563.6362	564.5510	569.7261	561.2275	555.6050	552.0652	550.3335	551.1770
THA	577.3333	576.6992	573.9771	570.9780	568.8572	567.2261	565.2490	563.8596	560.9172	557.8918	555.8071	554.4001

EXP= 0.51 DPGNOM= 3.202 GPKT= 11998. THQ= 573.69 TH2Q= 573.69

\*\*\*\*\* ENERGIEBILANZ NACH IZ = 2

QZUGES = .29436E+07 QTH = .29118E+07 QGAG = 31382.  
QZUTHQ = .29435E+07  
QKAMX = 17120.

ABWEICHUNG: 0.0001

\*\*\* THERMOHYDRAULISCHE DATEN FÜR DAS Brennelement 2, 0:

IZLO, IPOS: 1 3 POS.: 2, 0 EING.: 2

THE = 380.00 TH2MAX = 588.14 TH2Q = 573.69

CELSIUS

PE = 10.000 PA = 6.798 DPB = 3.202 GGES = 11998.

ATA / GR/S

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0590

EINTRITT:

ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM<sup>3</sup> LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*°C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 554. CM/S  
RE = 83685. PR = 0.00513

AUSTRITT:

ETP = 1107.63 WS/GR RHO = 0.81452 GR/CM<sup>3</sup> LAMBDA = 0.6348 W/(CM\*°C) ETA = 0.00214 GR/(S\*CM) W = 586. CM/S  
RE = 113622. PR = 0.00422

MAX. KUEHLMITTELTEMP. THCMAX = 589.39 °C IM KANAL 4,24 INTERNE KANALNUMMER: 78 KANALTYP: 1

RECHNUNG MIT WÄRMELEITUNG IM KUEHLMITTEL

\*\*\* DATEN FUER KANAL 6,18 INTERNE KANALNUMMER:169 KANALTYP: 3

IZLO,IPOS: 1 3 POS: 2, 0 EING.: 2

FK = 0.0426 CM2 DH = 0.2280 CM GPKT = 13.690 GR/S QKA = 5750. W QKAG = 738.7 W

	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	25264.	0.00513	0.0						
BUENDELEINTRITT	0.0	9.94	380.00	862.29	25264.	0.00513	0.0						
	0.0	9.94	380.00	862.29	25264.	0.00513	0.0						
UNTERES BLANKET	0.0	9.94	380.00	862.29	25264.	0.00513	0.0						
	40.00	9.26	380.00	862.29	25264.	0.00512	0.0						
SPALTZONE	40.00	9.26	380.00	862.29	25264.	0.00512	183.53	26.18	383.72	392.82	402.55	506.89	1115.4
	48.33	9.12	395.46	882.11	26021.	0.00502	253.42	25.93	400.65	413.21	426.66	570.73	1411.0
	56.67	8.98	411.08	902.06	26779.	0.00491	314.33	25.68	417.57	433.16	449.84	628.54	1670.8
	65.00	8.83	428.69	924.52	27626.	0.00481	364.10	25.40	436.30	454.35	473.67	680.67	1887.9
	73.33	8.69	448.03	949.09	28547.	0.00470	400.97	25.10	456.50	476.38	497.66	725.61	2055.1
	81.67	8.55	468.50	975.05	29512.	0.00460	423.62	24.78	477.57	498.58	521.05	761.89	2166.5
	90.00	8.40	489.37	1001.45	30484.	0.00451	431.27	24.46	498.72	520.10	542.99	788.17	2218.1
	98.33	8.25	509.87	1027.33	31429.	0.00443	423.62	24.15	519.18	540.18	562.66	803.49	2208.1
	106.67	8.11	529.28	1051.79	32313.	0.00436	400.97	23.87	538.15	558.08	579.35	807.31	2136.8
	115.00	7.96	546.89	1073.95	33108.	0.00430	364.10	23.61	555.07	573.13	592.45	799.44	2006.7
	123.33	7.81	562.06	1093.02	33786.	0.00425	314.33	23.39	569.19	584.78	601.46	780.16	1822.4
	131.67	7.66	574.23	1108.31	34326.	0.00422	253.42	23.21	580.02	592.59	606.04	750.11	1590.4
	140.00	7.51	583.00	1119.32	34713.	0.00420	183.53	23.09	587.22	596.32	606.05	710.39	1318.9
OBERES BLANKET	140.00	7.51	583.00	1119.32	34713.	0.00420	0.0						
	153.33	7.28	575.94	1110.45	34402.	0.00422	0.0						
	166.67	7.04	576.87	1111.62	34443.	0.00422	0.0						
	180.00	6.80	577.33	1112.20	34463.	0.00422	0.0						
KOPFSTUECK	180.00	6.80	577.33	1112.20	34463.	0.00422	0.0						
	180.00	6.80	577.33	1112.20	34463.	0.00422	0.0						
NACH AustrITT	180.00	6.80	577.33	1112.20	34463.	0.00422	0.0						
	CM	ATA	C	WS/GR	***	***	W/CM	W/(CM*CM)	C	C	C	C	C

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 135.87 Z = 92.81 CM  
 TWAMAX = 587.22 TWMMAX = 596.32 TWIMAX = 606.62 TBIMAX = 2221.6 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0688/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV.WAERMELEIT.: 0.0775/CM (FUER ALLE SPALTE DES KANALS)

MITTLERER REIBBEIWERF FW = 0.0601

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*CM) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 373. CM/S  
 AUSTRITT: ETP = 1112.20 WS/GR RHO = 0.81365 GR/CM3 LAMBDA = 0.6332 W/(CM\*CM) ETA = 0.00213 GR/(S\*CM) W = 395. CM/S

\*\*\* DATEN FUER KANAL 6,21 INTERNE KANALNUMMER:172 KANALTYP: 2

IZLO,IPOS: 1 3 PGS: 2, 0 EING.: 2

FK = 0.1857 CM2 DH = 0.4287 CM GPKT = 81.105 GR/S QKA = 17238. W QKAG = 989.5 W

	Z	P	TH	ENT	RE	PR	CHI	H	TWA	TWM	TWI	TBRA	TBRI
VOR EINTRITT	0.0	10.00	380.00	862.30	64597.	0.00513	0.0						
BUENDELEINTRITT	0.0	9.86	379.99	862.29	64595.	0.00513	0.0						
	0.0	9.86	379.99	862.29	64595.	0.00513	0.0						
UNTERES BLANKET	0.0	9.86	379.99	862.29	64595.	0.00513	0.0						
	40.00	9.20	379.99	862.29	64595.	0.00513	0.0						
SPALTZONE	40.00	9.20	379.99	862.29	64595.	0.00513	183.41	16.24	385.98	395.08	404.81	509.08	1117.2
	48.33	9.06	389.38	874.32	65772.	0.00506	253.25	16.15	397.70	410.26	423.69	567.67	1407.4
	56.67	8.92	401.80	890.22	67320.	0.00497	314.12	16.04	412.19	427.77	444.44	623.02	1664.6
	65.00	8.77	416.87	909.45	69183.	0.00488	363.86	15.90	429.00	447.05	466.35	673.21	1879.7
	73.33	8.63	434.06	931.35	71292.	0.00478	400.70	15.75	447.56	467.43	488.69	716.49	2045.1
	81.67	8.49	452.82	955.18	73571.	0.00468	423.34	15.58	467.24	488.23	510.69	751.36	2155.0
	90.00	8.35	472.51	980.13	75937.	0.00458	430.98	15.41	487.34	508.71	531.58	776.59	2205.6
	98.33	8.20	492.43	1005.31	78305.	0.00450	423.34	15.24	507.16	528.15	550.62	791.29	2195.0
	106.67	8.06	511.88	1029.86	80593.	0.00442	400.70	15.08	525.98	545.85	567.11	794.51	2123.5
	115.00	7.91	530.18	1052.92	82724.	0.00435	363.86	14.92	543.12	561.16	580.46	787.32	1993.8
	123.33	7.77	546.68	1073.68	84626.	0.00430	314.12	14.79	557.95	573.52	590.19	768.77	1810.3
	131.67	7.62	560.78	1091.40	86239.	0.00426	253.25	14.67	569.94	582.49	595.93	739.91	1579.6
	140.00	7.47	571.99	1105.49	87513.	0.00423	183.41	14.58	578.66	587.76	597.49	701.76	1309.9
OBERES BLANKET	140.00	7.47	571.99	1105.49	87513.	0.00423	0.0						
	153.33	7.24	574.38	1108.49	87783.	0.00422	0.0						
	166.67	7.01	576.17	1110.73	87985.	0.00422	0.0						
	180.00	6.77	577.53	1112.45	88139.	0.00421	0.0						
KOPFSTUECK	180.00	6.77	577.53	1112.45	88139.	0.00421	0.0						
	180.00	6.77	577.53	1112.45	88139.	0.00421	0.0						
NACH AustrITT	180.00	6.80	577.54	1112.46	88140.	0.00421	0.0						
	CM	ATA	C	WS/GR	***	***	W/CM	W/(CM2*C)	C	C	C	C	C

MAXIMALTEMPERATUREN: Z = 140.00 Z = 140.00 Z = 138.94 Z = 92.72 CM  
 TWAMAX = 578.66 TWMMAX = 587.76 TWIMAX = 597.52 TBIMAX = 2208.8 C

MITTLERE MISCHRATEN: TURBULENZ: 0.0219/CM RIPPEN: 0.0 /CM EQUIV.WAERMELEIT.: 0.0196/CM (FUER ALLE SPALTE DES KANALS)

MITTLERER REIBBEIWERT FW = 0.0599

EINTRITT: ETP = 862.30 WS/GR RHO = 0.86097 GR/CM3 LAMBDA = 0.7257 W/(CM\*C) ETA = 0.00290 GR/(S\*CM) W = 507. CM/S

AUSTRITT: ETP = 1112.46 WS/GR RHO = 0.81360 GR/CM3 LAMBDA = 0.6331 W/(CM\*C) ETA = 0.00212 GR/(S\*CM) W = 537. CM/S

FREIER SPEICHER IN K: 86 RECHENZEIT: 15.9 SEC

ILB = 0 WIRD ALS END-BEDINGUNG INTERPRETIERT.

ERGEBNISSE FUER DIE SPALTZONE: (INCL. AX. BRUTM.)

ANZAHL DER BRENNELEMENTE: 150

THERM. LEISTUNG: .4499E+09 W

KUEHLM.-DURCHS.: .1810E+07 GR/S

MITTL. SPEZ. AUSTR.-ENTH.: 1114.

MITTL. AUSTR.-TEMPERATUR: 578.7

WS/GR  
GRD C

MAXIMAL-WERTE:

BRENNELEMENTLEIST.: .3130E+07 W BEI POS. 1, 0

KANALLEIST.: .1720E+05 W BEI POS. 1, 0

DRUCKVERLUST: 3.300 ATA BEI POS. 1, 0

RECHENZEIT FUER IZLO=1: 31.7 SEC

THEDRA

THEDRA TEST SAMPLE: SODIUM COOLED FAST BREEDER REACTOR (THEDRA-INPUT)

NZ=NUMBER OF RADIAL ZONES= 2

IB = 0 NBU= 1 NBF= 2 NBT= 1 ICB= 0 ICL= 2 IFL= 2 NSBZ= 1  
 KCH= 1 KCL= 2 KFL= 2 NWRITE= 0 NX = 0 NDROS= 0 NLEIS= 0  
 PRCH= 0.0 PRCL= 2.500 PRFL= 2.500 PRMIN= 0.500E-03 )

	SPOT LENGTH CM	CRITIC. TEMP. C	ST. DEV. C
FUEL	2.00	2700.00	0.0
CLAD	1.00	680.00	0.0
COOLANT		900.00	0.0

CRITICAL SPECIFIC POWER 560.00 W/CM

SYSTEMATIC FACTORS		COOLANT FLOW RATE	CLAD-COOL. DT	GAP DT	INNER FUEL DT	POWER-SFP	SFTA
ZONE INDEX	SUBZONE INDEX						
1	1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0500	1.0000
2	1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0700	1.0000

CORRELATION BETWEEN HEAT TRANSFER AND FLOW RATE=FA=FFR\*\*EXP-CONST\*EXP \*(FFR-1)  
 EXP= 0.8000 CONST= 7.0000

POWER-FUEL TEMPERATURE COEFFICIENT CPW= 0.7500



# CORE UNCERTAINTIES

TYPE	3	CLAD THERMAL CONDUCTIVITY	0.0100
TYPE	5	FUEL THERMAL CONDUCTIVITY	0.0300
TYPE	6	POWER FRACTION IN CORE	0.0200
TYPE	6	POWER MEASUREMENT	0.0150
TYPE	7	INLET TEMPERATURE	2.5000

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE	0.0	0.0	0.0100	0.0	0.0300	0.0250	2.5000

# ZONE UNCERTAINTIES

TYPE	6	FLUX CALCULATION	0.0250
------	---	------------------	--------

---

# SUBASSEMBLY UNCERTAINTIES

TYPE	1	ORIFICE CALIBRATION	0.0200
TYPE	1	PIN DIAMETER	0.0100
TYPE	6	FLUX CONTROL ROD	0.0250
TYPE	6	ENRICHMENT	0.0150

---

# CHANNEL UNCERTAINTIES

TYPE	1	ACTIVE LENGHT	0.0100
TYPE	1	PITCH	0.0150
TYPE	6	PIN DISPLACEMENT	0.0100

---

# LOCAL UNCERTAINTIES

TYPE	2	TEMPERATURE DROP CLAD-NA	0.0300
TYPE	3	CLAD THICKNESS	0.0100
TYPE	4	GAP COEFFICIENT	0.1200
TYPE	5	FUEL THERMAL CONDUCT.	0.0300
TYPE	6	FUEL DENSITY	0.0200
TYPE	6	FUEL ENRICHMENT	0.0100
TYPE	6	AXIAL FLUX	0.0200
TYPE	6	ECCENTRICITY	0.0250

---

# ZONE UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0250	0.0

# SUBASSEMBLY UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0224	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0292	0.0

# CHANNEL UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0100	0.0

# LOCAL UNCERTAINTIES

ST.DEV.		COOL.T.RISE R.V.	CLAD-COOL. DT R.V.	CLAD DT R.V.	FUEL-CLAD DT R.V.	INT.FUEL DT R.V.	POWER R.V.	FIXED TEMP. C
ZONE	SUBZONE							
1	1	0.0	0.0300	0.0100	0.1200	0.0300	0.0391	

NOMINAL THERMAL DESIGN      DATE 12.06.75      TIME 11.29.21

INFO =THESYS   TESTSAMPLE FOR STATIST. HOT SPOT ANALYSIS      (THESYS-BLOCK 1)

ALL TEMPERATURES AND STANDARD DEVIATIONS ARE EXPRESSED IN CENT. DEGREES

NOMINAL COOLANT INLET TEMP.=      380.00

HOT CHANNEL CONSIDERED AT OUTLET OF ACTIVE ZONE

HOT SPOT CONSIDERED AT CLAD MIDPOINT

HOT SPOT CONSIDERED ON THE SURFACE OF THE FUEL INNER CHANNEL

ZONE 1

ILB = 1

FLOW RATE = 12177.64 GR/S

AVER.COOLANT OUTLET TEMP.= 586.CO

NUMBER OF SUBCHANNELS CALCULATED = 186

TOTAL NUMBER OF PINS = 91

# 1.CHANNEL ANALYSIS

## 2.SUBASSEMBLY ANALYSIS

### SUBZONE 1

	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	602.46	619.98	2295.28
SUBASS. STAND.DEVIATION	8.17	8.09	45.09
ZONE STAND.DEVIATION	5.56	6.00	38.66
CORE STAND.DEVIATION	6.10	6.50	58.83
EQUIV. NUMBER OF CHANNELS	89.90	50.08	119.60
M-S-EQ	11.32	10.14	195.92
S-S-EQ	8.69	8.54	52.54
HOT SPOT EXPECTATION IN A SUBASS.		0.926E-03	0.828E-01
HOT CHANNEL EXPECTATION IN A SUBASS.	0.0	0.117E-03	0.545E-01
HOT SUBASS.EXPECTATION	0.0	0.250E-04	0.871E-02

### HOT PIN EXPECTATION PER SUBASS.

I1	I2	CLAD	FUEL
0	0	0.37	C.12
1	0	0.37	0.12
1	1	0.37	0.12
1	2	0.37	0.12
1	3	0.37	0.12
1	4	0.37	C.12
1	5	0.37	C.12
2	0	0.35	0.12
2	1	0.36	0.12
2	2	0.35	0.12
2	3	0.36	C.12
2	4	0.35	C.12
2	5	0.36	0.12
2	6	0.35	0.12
2	7	0.36	0.12
2	8	0.35	C.12
2	9	0.36	0.12
2	10	0.35	0.12
2	11	0.36	0.12
3	0	0.25	0.12
3	1	0.28	C.12
3	2	0.28	C.12
3	3	0.25	0.12
3	4	0.28	0.12
3	5	0.28	0.12
3	6	0.25	0.12
3	7	0.28	0.12
3	8	0.28	0.12

3	9	0.25	0.12
3	10	0.28	0.12
3	11	0.28	0.12
3	12	0.25	0.12
3	13	0.28	C.12
3	14	0.28	0.12
3	15	0.25	0.12
3	16	0.28	0.12
3	17	0.28	0.12
4	0	0.06	C.11
4	1	0.11	0.12
4	2	0.11	0.12
4	3	0.11	0.12
4	4	0.06	0.11
4	5	0.11	C.12
4	6	0.11	0.12
4	7	0.11	0.12
4	8	0.06	0.11
4	9	0.11	0.12
4	10	0.11	C.12
4	11	0.11	0.12
4	12	0.06	0.11
4	13	0.11	0.12
4	14	0.11	0.12
4	15	0.11	0.12
4	16	0.06	0.11
4	17	0.11	C.12
4	18	0.11	C.12
4	19	0.11	0.12
4	20	0.06	0.11
4	21	0.11	0.12
4	22	0.11	C.12
4	23	0.11	0.12
5	0	0.0	0.07
5	1	0.01	0.07
5	2	0.00	0.07
5	3	0.00	C.07
5	4	0.01	C.07
5	5	0.0	0.07
5	6	0.01	C.07
5	7	0.00	0.07
5	8	0.00	0.07
5	9	0.01	0.07
5	10	0.0	0.07
5	11	0.01	C.07
5	12	0.00	0.07
5	13	0.00	0.07
5	14	0.01	0.07
5	15	0.0	0.07
5	16	0.01	C.07
5	17	0.00	C.07
5	18	0.00	0.07
5	19	0.01	C.07
5	20	0.0	0.07
5	21	0.01	0.07
5	22	0.00	0.07
5	23	0.00	0.07
5	24	0.01	C.07
5	25	0.0	0.07
5	26	0.01	0.07
5	27	0.00	C.07
5	28	0.00	0.07
5	29	0.01	0.07
TOTAL		14.07	9.48

ZONE 2

ILB = 1

FLOW RATE = 11998.16 GR/S

AVER.COOLANT OUTLET TEMP.= 573.69

NUMBER OF SUBCHANNELS CALCULATED = 186

TOTAL NUMBER OF PINS = 91

## 1.CHANNEL ANALYSIS

SUBCHANNEL 123 ( 5, 27)

NUMBER OF SPOTS 3

	COOLANT	SUBZONE 1	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	598.10		615.95	2315.82
AT HEIGHT (CM)	140.00		139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.28		12.48	102.30
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS			0.125E-05	0.152E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0		0.197E-06	0.908E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS		0.85	1.15	55.50
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS			3.99	12.36
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.50		3.96	15.64
M-CH-EQ	0.0		1.14	89.07
S-CH-EQ	4.58		4.08	43.84

SUBCHANNEL 124 ( 5, 28)

NUMBER OF SPOTS 3

	COOLANT	SUBZONE 1	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	599.05		616.94	2319.47
AT HEIGHT (CM)	140.00		139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.33		12.53	102.48
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS			0.250E-05	0.180E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0		0.332E-06	0.106E-02
LOCAL STAND.DEVIATIONS		0.86	1.15	55.60
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS			3.00	12.36
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.52		3.98	15.67
M-CH-EQ	0.0		0.94	89.22
S-CH-EQ	4.60		4.10	43.92

SUBCHANNEL 125 ( 5, 29)

NUMBER OF SPOTS 3

	COOLANT	SUBZONE 1	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	602.22		620.08	2317.96
AT HEIGHT (CM)	140.00		139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.51		12.70	102.37
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS			0.136E-04	0.167E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0		0.160E-05	0.991E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS		0.87	1.16	55.50
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS			3.00	12.36

SUBCHANNEL 173 ( 6, 22)

NUMBER OF SPOTS 2

	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	586.45	603.10	2312.49
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	11.66	11.87	102.37
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS		0.0	C.896E-03
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0	0.0	0.605E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS		1.08	55.76
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS	0.81	2.00	8.29
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.26	3.80	15.58
M-CH-EQ	0.0	0.58	78.32
S-CH-EQ	4.33	3.92	45.54

SUBCHANNEL 174 ( 6, 23)

NUMBER OF SPOTS 2

	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	590.03	606.72	2316.06
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	11.85	12.07	102.49
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS		0.0	0.105E-02
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0	0.0	0.702E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS		1.09	55.76
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS	0.82	2.00	8.27
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.33	3.87	15.62
M-CH-EQ	0.0	0.59	78.25
S-CH-EQ	4.41	4.00	45.56

SUBCHANNEL 175 ( 6, 24)

NUMBER OF SPOTS 1

	COOLANT	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	597.21	611.34	2325.53
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	12.23	12.50	102.79
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS		0.0	C.799E-03
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0	0.0	0.604E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS		1.04	55.68
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS	0.85	1.00	5.11
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.48	4.20	15.76
M-CH-EQ	0.0	0.01	63.44
S-CH-EQ	4.56	4.33	47.67

SUBCHANNEL 176 ( 6, 25)

NUMBER OF SPOTS 2



	SUBZONE 1	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	588.25	604.88	2309.49
AT HEIGHT (CM)	140.00	139.50	93.00
TOTAL STANDARD DEVIATIONS	11.75	11.97	102.15
EXPECTED NUMB.OF HOT SPOTS		0.0	0.766E-03
HOT CHANNEL EXPECTATION	0.0	0.0	0.522E-03
LOCAL STAND.DEVIATIONS	0.81	1.08	55.59
EQUIV.NUMBER OF HOT SPOTS		2.00	8.27
CHANNEL STAND.DEVIATIONS	4.29	3.84	15.57
M-CH-EQ	0.0	0.59	78.01
S-CH-EQ	4.37	3.96	45.42

## 2. SUBASSEMBLY ANALYSIS

	SUBZONE 1	CLAD	FUEL
REFERENCE TEMPERATURES	604.05	621.67	2319.47
SUBASS. STAND.DEVIATION	8.23	8.15	45.66
ZONE STAND.DEVIATION	5.60	6.04	39.15
CORE STAND.DEVIATION	6.13	6.54	59.57
EQUIV.NUMBER OF CHANNELS	21.52	8.00	13.44
M-S-EQ	8.75	6.83	161.45
S-S-EQ	8.87	8.77	55.84
HOT SPOT EXPECTATION IN A SUBASS.		0.390E-03	0.352E-01
HOT CHANNEL EXPECTATION IN A SUBASS.	0.0	0.478E-04	0.224E-01
HOT SUBASS.EXPECTATION	0.0	0.188E-04	0.772E-02

### HOT PIN EXPECTATION PER SUBASS.

I1	I2	CLAD	FUEL
1	3	0.03	0.00
1	4	0.03	0.00
2	5	0.03	0.00
2	6	0.20	0.02
2	7	0.20	0.02
2	8	0.20	0.02
2	9	0.03	0.00
3	7	0.02	0.00
3	8	0.14	0.02
3	9	0.59	0.08
3	10	0.71	0.08
3	11	0.71	0.08
3	12	0.59	0.08
3	13	0.14	0.02
3	14	0.02	0.00
4	9	0.00	0.00
4	10	0.04	0.02
4	11	0.20	0.07
4	12	0.40	0.28
4	13	0.69	0.29
4	14	0.70	0.29
4	15	0.69	0.29
4	16	0.40	0.28
4	17	0.20	0.07

4	18	0.04	C. 02
4	19	0.00	0.00
5	12	0.0	C. 01
5	13	0.00	0.04
5	14	0.04	0.16
5	15	0.03	C. 34
5	16	0.12	0.35
5	17	0.11	0.34
5	18	0.11	0.34
5	19	0.12	0.35
5	20	0.03	0.34
5	21	0.04	0.16
5	22	0.00	0.04
5	23	0.0	0.01
TOTAL		7.62	4.51

ACTIVE ZONE

SUMMARY OF HOT ELEMENT EXPECTATION  
ZONE, SUBZ.

	SUBASS.	COOLANT CHANNEL	SUBASS.	CLAD CHANNEL	SPOT	SUBASS.	FUEL CHANNEL	SPOT	
1, 1	0.0	0.0	0.150E-02	0.704E-02 0.211E-01	0.555E-01	0.523E+00	0.327E+01 0.466E+01	0.497E+01	(PINS)
2, 1	0.0	0.0	0.169E-02	0.430E-02 0.129E-01	0.351E-01	0.695E+00	0.202E+01 0.313E+01	0.317E+01	(PINS)
TOTAL	0.0	0.0	0.319E-02	0.113E-01	0.907E-01	0.122E+01	0.529E+01	0.814E+01	

SUBZONE 1,1 COOLANT  
REFER. TEMP. 602.46  
CRIT. TEMP. 900.00  
M-Z-EQ 31.10  
S-Z-EQ 7.91

CLAD  
619.98  
680.00  
29.60  
8.16

FUEL  
2295.28  
2700.00  
315.56  
51.51

SUBZONE 2,1 COOLANT  
REFER. TEMP. 604.05  
CRIT. TEMP. 900.00  
M-Z-EQ 30.26  
S-Z-EQ 7.91

CLAD  
621.67  
680.00  
28.10  
8.19

FUEL  
2319.47  
2700.00  
296.93  
52.63

REFER. ZONE 2, 1

2, 1

2, 1

# HOT CHANNEL

## APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX. TEMPERATURES

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.89 M-C-EQ= 34.23 S-C-EQ= 9.47

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. TEMP.
0.50E+00	(0.0SIGMA)	0.500000E+00	638.28
0.31E+00	(0.5SIGMA)	0.691460E+00	643.02
0.16E+00	(1.0SIGMA)	0.841342E+00	647.76
0.67E-01	(1.5SIGMA)	0.933190E+00	652.49
0.23E-01	(2.0SIGMA)	0.977248E+00	657.23
0.62E-02	(2.5SIGMA)	0.993790E+00	661.96
0.14E-02	(3.0SIGMA)	0.998650E+00	666.70
0.23E-03	(3.5SIGMA)	0.999767E+00	671.43
0.32E-04	(4.0SIGMA)	0.999968E+00	676.17

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.1528

ACTUAL HSF= 2.3209

THE TEMP. DROP (REF. TEMP-INLET TEMP.= 224.05) COULD BE INCREASED BY A FACTOR= 2.0133

# FUEL HOT SPOT

PROB. OF AT LEAST ONE HOT SPOT= 0.217781E+00

ON THE AVG. 0.218E+02 CORES OUT OF 100 ARE EXPECTED TO CONTAIN 5.59 SUBASS. HAVING 4.34 CHANNELS WITH 1.54 HOT SPOTS

AVERAGE HOT SPOTS PER PIN= 1.01 HOT PINS PER SUBASS.= 6.65

## APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX. TEMPERATURES

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.88 M-C-EQ= 323.08 S-C-EQ= 73.47

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. TEMP.
0.50E+00	(0.0SIGMA)	0.500000E+00	2642.55
0.31E+00	(0.5SIGMA)	0.691460E+00	2679.29
0.16E+00	(1.0SIGMA)	0.841342E+00	2716.02
0.67E-01	(1.5SIGMA)	0.933190E+00	2752.76
0.23E-01	(2.0SIGMA)	0.977248E+00	2789.50
0.62E-02	(2.5SIGMA)	0.993790E+00	2826.23
0.14E-02	(3.0SIGMA)	0.998650E+00	2862.97
0.23E-03	(3.5SIGMA)	0.999767E+00	2899.71
0.32E-04	(4.0SIGMA)	0.999968E+00	2936.44

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2613

ACTUAL HSF= 1.1962

THE TEMP.DROP (REF. TEMP-INLET TEMP.= 1939.47) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0544

# CLAD HOT SPOT

PROB. OF AT LEAST ONE HOT SPOT= 0.319344E-02

ON THE AVG. 0.319E+00 CORES OUT OF 100 ARE EXPECTED TO CONTAIN 1.00 SUBASS. HAVING 3.55 CHANNELS WITH 8.00 HOT SPOTS

AVERAGE HOT SPOTS PER PIN= 2.67 HOT PINS PER SUBASS.= 10.65

## APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX. TEMPERATURES

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.97 M-C-EQ= 32.45 S-C-EQ= 9.40

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. TEMP.
0.50E+00	(0.0 SIGMA)	0.500000E+00	654.12
0.31E+00	(0.5 SIGMA)	0.691460E+00	658.82
0.16E+00	(1.0 SIGMA)	0.841342E+00	663.52
0.67E-01	(1.5 SIGMA)	0.933190E+00	668.22
0.23E-01	(2.0 SIGMA)	0.977248E+00	672.92
0.62E-02	(2.5 SIGMA)	0.993790E+00	677.62
0.14E-02	(3.0 SIGMA)	0.998650E+00	682.32
0.23E-03	(3.5 SIGMA)	0.999767E+00	687.02
0.32E-04	(4.0 SIGMA)	0.999968E+00	691.72

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2315 ACTUAL HSF= 1.2413

THE TEMP. DROP (REF. TEMP-INLET TEMP.= 241.67) COULD BE INCREASED BY A FACTOR= 1.0080

# FLOW-RATE OPTIMIZATION

## INITIAL VALUES

ZONE	NSUB	FLRT	TOUT	JMAX	RTCS	RTCLS
1	60	12177.64	586.00	1	619.98	621.91
2	90	11998.16	573.69	1	621.67	623.61

TOTAL FLOW-RATE= 0.181049E+07

AVG. OUTLET TEMP.= 578.66

PROB= 0.647E-02

INTERMEDIATE AVG. OUTLET TEMP.= 580.25

## FINAL VALUES

ZONE	DX	RTCLS	FC	FLRT	TOUT
1	0.93	620.91	1.0030	12141.23	586.62
2	1.96	623.64	1.0090	11891.20	575.44

TOTAL FLOW-RATE= 0.179868E+07

AVG. OUTLET TEMP.= 579.96

PROB= 0.572E-02

OVERPOWER ANALYSIS

DATASET: SL-KOEFF CREATION-DATE/TIME: 12.06.75 / 11.29.21

DESCRIPTOR: THESYS TESTSAMPLE FOR STATIST. HOT SPOT ANALYSIS

(THESYS-BLOCK I)

NUMBER OF SUBASS.: 2

ZONE 1

IR,IU: 1 0 NUMBER OF PINS: 91 ILB = 1  
ENRICHMENT ZONE 1

SUBASSEMBLY ANALYSIS

SUBZONE 1  
STAND.DEV. W/CM  
EQUIV.NUMBER OF CHANNELS 66.99  
EXPECTED NUMBER OF HOT:

REF.SPEC.POWER W/CM 451.39  
SUBASSY 13.16  
M-S-EQ 39.47  
SUBASSY 0.785E-03

ZONE 11.28  
S-S-EQ 14.97  
PINS 0.200E-02

CORE 11.28  
SPOTS 0.240E-02



ZONE 2

IR,IU: 2 0 NUMBER OF PINS: 91 ILB = 1  
ENRICHMENT ZONE 2

SUBASSEMBLY ANALYSIS

SUBZONE 1  
STAND.DEV. W/CM  
EQUIV.NUMBER OF CHANNELS 6.11  
EXPECTED NUMBER OF HOT:

REF.SPEC.POWER W/CM 459.98  
SUBASSY 13.41  
M-S-EQ 28.08  
SUBASSY 0.817E-03

ZONE 11.50  
S-S-EQ 16.13  
PINS 0.118E-02

CORE 11.50  
SPOTS 0.151E-02

SUMMARY OF HOT SPOT EXPECTATION

ZONE	SUBZONE	SUBASSY	PIN	SPQT
1	1	0.471E-01	0.120E+00	0.144E+00
2	1	0.735E-01	0.106E+00	0.136E+00
TOTAL		0.121E+00	0.227E+00	0.280E+00
SUBZONE	REF. POWER	M-Z-EQ	S-Z-EQ	(W/CN)
1,1	451.39	73.56	14.88	
2,1	459.98	67.21	15.34	
REFERENCE SUBZONE: 2,1				

# POWER HOT SPOT

PROB. OF AT LEAST ONE HOT SPOT= 0.685929E-01

ON THE AVG. 0.686E+01 CORES OUT OF 100 ARE EXPECTED TO CONTAIN 1.76 SUBASS. HAVING 1.88 FUEL PINS WITH 1.24 HOT SPOTS

## APPROX. EVALUATION OF EXPECTED MAX.SPEC.POWER

EQUIV. NUMBER OF ZONES= 1.84 M-C-EQ= 74.57 S-C-EQ= 17.07

PROB. OF EXCEEDING	CONFIDENCE LEVEL		MAX. POWER
0.50E+00	(0.0SIGMA)	0.500000E+00	534.55
0.31E+00	(0.5SIGMA)	0.691460E+00	543.08
0.16E+00	(1.0SIGMA)	0.841342E+00	551.62
0.67E-01	(1.5SIGMA)	0.933190E+00	560.15
0.23E-01	(2.0SIGMA)	0.977248E+00	568.69
0.62E-02	(2.5SIGMA)	0.993790E+00	577.22
0.14E-02	(3.0SIGMA)	0.998650E+00	585.76
0.23E-03	(3.5SIGMA)	0.999767E+00	594.29
0.32E-04	(4.0SIGMA)	0.999968E+00	602.83

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2549 ACTUAL HSF= 1.2174  
 THE SPECIFIC POWER ( 459.98) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0308

# ENRICHMENT ZONE ANALYSIS

PRFL= 2.63 SIGMA

## ENRICHMENT ZONE 1

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2707 ACTUAL HSF= 1.2406

THE SPECIFIC POWER ( 451.39) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0243

## ENRICHMENT ZONE 2

REQUIRED HOT SPOT FACTOR = 1.2547 ACTUAL HSF= 1.2174

THE SPECIFIC POWER ( 459.98) MUST BE DECREASED BY A FACTOR= 1.0306

## FINAL VALUES:

ENR.ZONE	REF. POWER	NOM. POWER	FACTOR
1	440.69	419.70	0.98
2	446.32	417.12	0.97

## Anhang B: Problemabhängige Standardroutinen für THESYS

Im Abschnitt 4.1 des Hauptteiles wurde dargelegt, daß der Benutzer des Moduls THESYS neben der Karteneingabe auch noch an das vorliegende Problem angepaßte Korrelationen für Mischraten und Reibbeiwerte bereitzustellen hat. Diese Korrelationen werden als abgeschlossene Unterprogrammrountinen erwartet.

Hierzu sind folgende Unterprogrammnamen vereinbart:

Mischrate (Diffusion):	SUBROUTINE TURBU
Mischrate (Wendel-AH):	SUBROUTINE QMRIP
Reibbeiwert:	FUNCTION FWFU

Diese Unterprogramme besitzen jeweils eine Reihe von Argumenten, die zur Berechnung der betr. Kenngröße (Mischrate bzw. Reibbeiwert) herangezogen werden können. Teilweise werden weitere Parameter über COMMON-Blöcke verfügbar gemacht. Die Einzelheiten hierzu sind den nachfolgenden Programmauflistungen zu entnehmen. Angaben über die Herkunft der programmierten Korrelationen sind im Anhang von [1\_] gegeben.

Die im Hauptteil, Abschnitt 2.4 aufgeführte THECA-Loadbibliothek enthält bereits die nachfolgend aufgelisteten Unterprogramme. Diese Programme können durch Einsetzen ihres Membernamens in die INCLUDE-Anweisung des Link-Steps aufgerufen werden. Möchte der Benutzer eigene Unterprogrammversionen bereitstellen, so ist, wie in Abschnitt 1.2 dieses Anhangs beschrieben, vorzugehen. Die neuen Unterprogramme können unter neuen Membernamen in die THECA-Loadbibliothek eingebracht werden oder einfach einem vorgeschalteten Compile-Step zugeführt werden.

# 1. Mischrate

## 1.1 Beziehung nach Rowe/Angle

```

C$  TURBU
C
C      SUBROUTINE TURBU(RE,FW,GPKTM,I,K,WPT,RML)
C
C      SUBROUTINE ZUM ERMITTELN DER MISCHRATE WPT UND DER RELATIVEN
C      EFFEKTIVEN MISCHUNGSLAENGE RML FUER DEN AUSTAUSCHSPALT I.
C
C      EINGABE:
C      RE      REYNOLDS-ZAHL (MITTELWERT FUER BEIDE TEILKANAELE)
C      FW      REIBBEIWERT (MITTELWERT FUER BEIDE TEILKANAELE)
C      GPKTM    MASSENDURCHSAETZ IN BEIDEN TEILKANAELEN
C      I      INDEX ZUR BEZEICHNUNG DES SPALTES (1,2,3 ODER 4)
C      K      AXIALER INDEX DER RECHENEBCENE(AX. KOORD.: Z(K))
C
C      ERGEBNISSE:
C      WPT      MISCHRATE DES BETR. AUSTAUSCHSPALTES IN GR/(S*CM)
C      RML      RELAT. EFFEKT. MISCH-LAENGE DES AUSTAUSCHSPALTES
C               (BEZOGEN AUF DEN SCHWERPUNKTSABSTAND DER TEILKANAELE)
C
C      COMMON/GEOM/ NST,N,NP2,JJ,JJH,JJM,JZ,JECK,NGES,JGES,NND,NGW,ILB
1      ,KUBE,KCF,KOBE,KKSE,KK,NSPG,NBLU,NTC,NBLO,NKS,XN1
2      ,HC,HBL,HSPG,HKS,HGES,ZSL(60),Z(30),NK(27),IR,IU,NSY
3      ,D,S,S1,S2,S3,SH,SGAP,SKAST,SBE,FKI,DHB,FSKI,FKW2,FKW3
4      ,DXS1,DXS21,DXS23,DXS3,DXW21,DXW23,DXW3
5      ,FLIN2,ULIN2,FLIN3,ULIN3,KERA,FKTBE,DHN(3),FKN(3)
6      ,PI,W3,W3H,SPLT(4),ABST(4),FKSP(4),DHSP(4),CWLH(4)
C      RML=1.
C      STANDARDWERT, FALLS RML NICHT EXPLIZIT ERMITTELT WIRD,
C      D.H. EFFEKT. MISCHL.=SCHWERPUNKTSABSTAND (FUER WL)
C
C *****
C      REAL TEXT1(16)
C      1/'MISC','HRAT','E UN','D EF','FEKT','IVE ','MISC','H-LA','ENGE',
C      2' NAC','H RO','WE/A','NGLE',' (CO','BRA)',', ' /
C      REAL TEXT2(16)
C      1/' ','BNWL','-371',' PT2',' ','ERST','ELLT',' : JA','NUAR',
C      2' 197','2 ' /
C      EPSRHO=0.0062*GPKTM/FKSP(I)*DHSP(I)/RE**0.1
C      EPSRHO: PRODUKT 'EDDY DIFFUSIVITY' * 'SPEZ. DICHT'
C      WPT=EPSRHO
C      DIES IMPLIZIERT EINE EFFEKT. MISCH-LAENGE, DIE GERADE EINE
C      SPALTBREITE SPLT(I) BETRAEGT.
C      RML=SPLT(I)/ABST(I)
C *****
C
C      9 RETURN
C
C      ENTRY TURBUW
C      WRITE(6,200) TEXT1,TEXT2
C      GO TO 9
C
C      200 FORMAT('0TURBU: ',16A4/8X,16A4)
C      END

```

Membername in der THECA-Loadbibliothek: TURBU

Außer den Parametern der Argumentenliste, die im Kommentarteil der Routine beschrieben sind, werden noch weitere Parameter über den COMMON-Block GEOM verfügbar gemacht. Hiervon sind in diesem Zusammenhang evtl. von Interesse:

NST	Anzahl der Stäbe im Bündel		
ILB	= 1 Brennelement (Stabbündeltyp 1) = 2 Brutelement (Stabbündeltyp 2)		
D	Stabaußendurchmesser		$[cm]$
S	Stabmittenabstand		$[cm]$
DHN(i)	Hydraul. Durchmesser	} der i-ten Teilkanal- klasse (s. Abb. 6 bei $[1]$ )	$[cm]$
FKN(1);	Kühlmittelfläche		$[cm^2]$
SPLT(j)	Spaltbreite	} für den j-ten Austausch- spalt (s. Abb. 6 bei $[1]$ )	$[cm]$
ABST(j)	Schwerpunkt-Abstand der Kanäle		$[cm]$
FKSP(j)	Kühlmittelfläche der Kanäle		$[cm^2]$
DHSP(j)	Hydraul. Durchm. der Kanäle		$[cm]$

Auf alle diese Größen und auf die Parameter der Argumentenliste kann bei der Programmierung einer geeigneten Korrelation zugegriffen werden.

## 1.2 Methode von Ingesson/Hedberg

```

C$  TURBUH; TURBU          TURBU - INGESSON/HEDBERG
C
C  SUBROUTINE TURBU(RE,FW,GPKTM,I,K,WPT,RML)
C
C  SUBROUTINE ZUM ERMITTELN DER MISCHRATE WPT UND DER RELATIVEN
C  EFFEKTIVEN MISCUNGSLAENGE RML FUER DEN AUSTAUSCHSPALT I.
C
C  EINGABE:
C  RE      REYNOLDS-ZAHL (MITTELWERT FÜR BEIDE TEILKANAELE)
C  FW      REIBBEIWERT (MITTELWERT FÜR BEIDE TEILKANAELE)
C  GPKTM   MASSENDURCHSAETZ IN BEIDEN TEILKANAELEN
C  I       INDEX ZUR BEZEICHNUNG DES SPALTES (1,2,3 ODER 4)
C  K       AXIALER INDEX DER RECHENEbenen (AX. KOORD.: Z(K))
C
C  ERGEBNISSE:
C  WPT     MISCHRATE DES BETR. AUSTAUSCHSPALTES IN GR/(S*CM)
C  RML     RELAT. EFFEKT. MISC-LAENGE DES AUSTAUSCHSPALTES
C          (BEZOGEN AUF DEN SCHWERPUNKTSABSTAND DER TEILKANAELE)
C
C  COMMON/GEOM/ NST,N,NP2,JJ,JJH,JJM,JZ,JECK,NGES,JGES,NND,NGW,ILB
1      ,KU3E,KCE,KOBE,KKSE,KK,NSPG,NBLU,NTC,NBLO,NKS,XNI
2      ,HC,HBL,HSPG,HKS,HGES,ZSL(60),Z(30),NK(27),IR,IU,NSY
3      ,D,S,S1,S2,S3,SH,SGAP,SKAST,SBE,FKI,DHB,FSKI,FKW2,FKW3
4      ,DXS1,DXS21,DXS23,DXS3,DXW21,DXW23,DXW3
5      ,FLIN2,ULIN2,FLIN3,ULIN3,KERA,FKTBE,DHN(3),FKN(3)
6      ,PI,W3,W3H,SPLT(4),ABST(4),FKSP(4),DHSP(4),CWLH(4)

```

```

C
      RML=1.
C      STANDARDWERT, FALLS RML NICHT EXPLIZIT ERMITTELT WIRD,
C      D.H. EFFEKT. MISCHL.=SCHWERPUNKTSABSTAND (FUER WL)
C *****
      DIMENSION AS(4),YH(4)
      DATA SO,DO/2*0./
      REAL TEXT1(16)
      1/'MISC','HRAT','E UN','D EF','FEKT','IVE ','MISC','H-LA','ENGE',
      2' NAC','H IN','GESS','ON/H','EDBE','ERG ',' ' /
      REAL TEXT2(16)
      1/' 4T','H IN','T.HE','AT T','RANS','F.CO','NE.1','970','PART',
      2'S ','ERS','TELL','T: J','AN. ','73 ',' ' /
C
C
      IF(SO.EQ.S .AND. DO.EQ.D) GO TO 2
      SO=S
      DO=D
      ERK=ABST(2)-0.5*ABST(1)
      AS23=ERK*0.5*S-0.25*D*D*ATAN(ERK/(0.5*S))
C
C      ACHTUNG: FLIN BLEIBT UNBERUECKSICHTIGT, DSGL. RIPPEN
      AS(1)=2./3.*FKN(1)
      AS(2)=AS23+FKN(1)/3.
      AS(3)=FKN(2)-AS23
      AS(4)=0.5*(FKN(3)+FKN(2)-AS23)
C
      WRITE(6,300) ABST,SPLT,FKSP,DHSP
300 FORMAT('OABST,SPLT',4G12.4,5X,4G12.4/' FKSP,DHSP',4G12.4,5X,4G12.4
1      /)
      FR=D*D*PI/4
      DO 1 ISP=1,4
      DA=SPLT(ISP)*ABST(ISP)
      BETA=DA/AS(ISP)
      IF(ISP.EQ.4) FR=2./3.*FR
      AZAR=FKSP(ISP)/(FKSP(ISP)+FR)
      YH(ISP)=1.14/(SQRT(BETA)*AZAR**2)
      WRITE(6,310) ISP,DA,AS(ISP),BETA,FR,AZAR,YH(ISP)
310 FORMAT(' I,DA,AS,BETA,FR,AZAR,YH',I3,6G12.4)
1 CONTINUE
C
2 EPSRHO=0.05*SQRT(FW/8.)*GPKTM/FKSP(1)*DHSP(1)
C EPSRHO: PRODUKT 'EDDY DIFFUSIVITY' * 'SPEZ. DICHTe' (NIKURADSE)
WPT=EPSRHO*SPLT(1)/ABST(1)*YH(1)
RML=1.14/YH(1)
C      YH(1): KORREKTURFAKTOR NACH INGESSON/HEDBERG (PARIS-PAPER)
C *****
C
C      9 RETURN
C
C      ENTRY TURBUW
      WRITE(6,200) TEXT1,TEXT2
      GO TO 9
C
200 FORMAT('OTURBU: ',16A4/8X,16A4)
      END

```

Membername in der THECA-Loadbibliothek: TURBUH

In dieser Unterprogrammversion wird die Mischrate nach der Methode von Ingesson/Hedberg berechnet. An diesem Beispiel sei das zweck-



mäßige Vorgehen erläutert, um eine neue Unterprogrammversion zu erstellen.

Ausgangsbasis ist stets eine Original-THESYS-Version des betreffenden Unterprogramms, in diesem Fall die unter 1.1 aufgelistete Version. Der Programmteil, der auszutauschen ist, wird von 2 Kommentarkarten mit durchgehenden Sternchen eingerahmt. An dieser Stelle fügt der Benutzer seinen Programmteil zur Berechnung der betr. Kenngröße(n) (im vorliegenden Fall Mischrate und effektive Mischungslänge) ein. Es sollte nicht vergessen werden, das programmierte Verfahren in den beiden Textzeilen TEXT1 und TEXT2 zu kennzeichnen. Diese Textzeilen erscheinen in der THESYS-Ausgabe (s.S. 98) und protokollieren somit für jeden Rechenlauf die benutzten Unterprogrammversionen.

### 1.3 Methode von Moyer für Wendelabstandshalter

```
C$  QMRIP
C
C      SUBROUTINE QMRIP(RE,AKAN,D,HRIP,PRIP,NRIP,R,WZMI,WZM)
C
C      SUBROUTINE ZUR ERMITTLUNG DER RELATIV. QUERVERM. BEI WENDEL-
C      FOERMIGEN ABSTANDSHALTERN NACH C.B.MOYER
C
C      RE  REYNOLDS-ZAHL
C      AKAN FREIER STROEMUNGSQUERSCHNITT (CM)
C      D   BRENNSTABDIAMETER (CM)
C      HRIP RIPPENHOEHE (CM)
C      PRIP RIPPENSTEIGUNG (CM)
C      NRIP RIPPENZAHL PRO STAB
C      R   KORREKTURFAKTOR NACH MOYER           (WIRD BERECHNET)
C      WZMI IDEALE QUERVERMISCHUNG (1/CM)       (WIRD BERECHNET)
C      WZM  KORR. QUERVERMISCHUNG (1/CM)       (WIRD BERECHNET)
C
C      DRIP=D+2.*HRIP
C      SIGMA=0.5*(DRIP+D)*3.1416/NRIP-HRIP
C      CV=RE*D*SIGMA/(PRIP*HRIP)
C      R=1.3*ALOG10(CV)-3.2
C      IF (R.LT.1.5) R=1.5
C      ARIP=0.7854*(DRIP**2-D*D)/6.
C      WZMI=ARIP*6./(AKAN*PRIP)
C      WZM=WZMI/R
C      RETURN
C      END
```

Membername in der THECA-Loadbibliothek: QMRIP

